

UNIVERSAL
LIBRARY

OU_224787

UNIVERSAL
LIBRARY

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

علم ہیئت

(برائے بی۔ اے)

(مصنف جارج۔ ڈبلیو۔ پارکر۔ ایم۔ اے)

مترجمہ

مولوی شیخ برکت علی صاحب۔ ایم۔ اے پروفیسر ریاضی کالج عثمانیہ

بند نظر تانی از

مولوی محمد عبدالرحمن خان صاحب بی ایس۔ سی آنرز (لندن)

ایسوسیٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) نیو آف دی فوکیل سوسائٹی آف لندن

صدر کالج جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

۱۳۲۶ھ ۱۳۲۶ھ ۱۹۲۴ء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

یہ کتاب لانگمینز گرین، اینڈ کمپنی کی اجازت سے
جن کو حقوق کاپی رائٹ حاصل ہیں
طبع کی گئی ہے

دیباچہ

علم ہیئت

یہ کتاب ایسے طلبہ کے اغراض کے لئے تیار کی گئی ہے جن کی معلوماتِ فنی ریاضی میں اقلیدس، جبر و مقابلہ اور علمِ مثلثِ مستوی تک محدود ہیں۔ چند صورتوں میں علمِ حرکت کے آسان ضابطوں کے بھی کام لیا گیا ہے۔ لیکن اگر ضرورت ہو تو یہ دفعات مضمون کے تسلسل میں خلل واقع ہونے کے اندیشہ کے بغیر ترک کی جاسکتی ہیں۔

بہت سی مثالیں ان سوالات سے ماخوذ ہیں جو ٹرنٹیٹی کالج ڈبلن کے طلبہ سال سوم و سال چہارم کے امتحانات میں دئے گئے ہیں۔ دیگر مثالیں لندن اور رائل یونیورسٹیوں کی اسناد کے منتہی طالب علموں کی مدد کے خیال سے درج کی گئی ہیں۔

نفسِ مضمون کے لحاظ سے اس کتاب کو علمِ ہیئت پر عام و کجیسی رکھنے والی کتب اور اعلیٰ و عمیق کتب کی درمیانی منزل کے طور پر تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس لئے مصنف کو توقع ہے کہ یہ کتاب صرف ان اصحاب کے لئے مفید ثابت ہو سکتی ہے جن کے فوائد کے لئے یہ انخصوص تصنیف کی گئی ہے بلکہ علومِ اناس میں سے اکثر اصحاب کے لئے بھی کارآمد ہو سکتی ہے۔

مصنف مسٹر پائرس وارڈ ایم۔ اے۔ ایل۔ ایل۔ بی کا تصحیحِ پروف میں مدد دینے کے لئے نہایت ممنون ہے فقط

ٹرنٹیٹی کالج ڈبلن

۱۹ جولائی ۱۸۹۴ء

فہرستِ سالین

(علمِ ہیئت)

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۱۱	طریقِ شمس کا میلان استوا کے ساتھ	۱	پہلا باب
۱۱	اعتدالین -	۱	گرہ کے خواص - تعریفات
۱۲	منطقۃ البروج کی علامتیں	۱	ابتدائی تعریفات
۱۳	ارتفاع اور سمت	۳	آسمان کی ظاہری یومیہ حرکت - گرہ سماوی
۱۳	میل اور صعود و مستقیم	۲	گرہ سماوی
۱۴	سماوی عرض بلد اور طول بلد	۵	سورج - چاند اور سیارے
۱۵	نیلی دائرے اور ساعتی زاویہ	۵	سورج
۱۵	سورج کے نیل کی تبدیلیاں	۶	چاند
۱۶	خطِ سرطان اور خطِ جدی	۶	سیارے
۱۶	کسی ستارہ کا بڑے سے بڑا ارتفاع	۶	
۱۶	مشتق	۶	
۱۶	دوسرا باب	۶	نظامِ بطلیموسی
۱۶	زمین	۸	نظامِ کوپرنیکی
۱۶		۹	تعریفات

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۳۴	خطِ توازی گری	۱۹	قطبِ سماوی کی سمت مستقل رہتی ہے۔
۳۵	خطائے توازی گری		زمین کا محور زمین کا خطِ استوا عرض بلد
۳۶	خطائے انقیت	//	اور طول بلد۔
//	انحرافی خطایا سمت کی خطا	۲۱	قطبِ سماوی کا ارتفاع
۳۷	مشاہدہ مرور۔ نظر و سماعت کا طریقہ		عرض بلد کے ایک درجہ کا طول زمین
//	وقت نگار	//	کی جسامت۔ زمین کی شکل۔
۳۸	نصف النہاری دائرہ		زمین پر مشاہدہ کنندہ کے تبدیل مقام سے
۳۹	نشانات پڑھنے کی خود بینیں	۲۲	کرہ سماوی کے نظارے۔
	نصف النہاری دائرہ پر نقطہ راس کی	۲۳	مشاہدہ کنندہ خطِ استوا پر
۴۱	تعیین۔	۲۵	زمین کی پیمید گردش
//	نصف النہاری دائرہ پر قطبی نقطہ	//	آسانی کی رو سے
//	راسی فاصلہ نصف النہار پر نصف النہار کی	//	مطابقت کی رو سے
۴۲	ارتفاع۔ میل۔	//	مرکز جہت کی رو سے
۴۳	نیماری ستارے	۲۶	گرے و بے اجسام کے ذریعہ تجربی ثبوت
۴۴	گھڑی کی تنظیم	۲۷	رقاص کے تجربے
//	کسی جسم کا صعود و تنظیم و ہفات کرنا	۲۸	فوکوں کا تجربہ
//	توازی گری دور بینیں	۳۱	مشقیں
۴۵	استوائی دور بین		
۴۶	نورہ پیم	۳۲	تیسرا باب
۴۸	آلہ ارتفاع و سمت		رصد گاہ
۴۹	مشقیں		ہیئت گھڑی
		۳۳	آلہ مرور

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۶۸	سورج کی گردش سورج کے دھبے	۵۱	چوتھا باب
۷۰	سورج ایک گڑھ ہے	۵۱	گڑھ ہوائی کا انعطاف
۷۱	شفاق	۵۲	کلیۃ انعطاف
۷۱	قطب شمالی اور قطب جنوبی پر شفاق	۵۶	انعطاف کی مستقل قدر کی تیس مختلف طریقوں سے
۷۱	جب سورج اعتدالین پر ہو تو خط استوا پر	۵۷	برید لے کا طریقہ
۷۱	شفاق کا وقفہ	۵۸	چاند اور سورج کی قطع ناقص شکل
۷۲	مثالیں	۵۹	مشقیں
۷۵	پچھا باب	۶۰	پانچواں باب
۷۵	سیاروں کی گردشیں نظام شمسی	۶۰	سورج
۷۵	سیاروں کے مدار طبق شمس کی سطح سے	۶۱	سورج کی ظاہری بومیہ اور سالانہ گردشیں
۷۵	کو نہایت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں	۶۲	گڑھ ساوی پر سورج کے سالانہ راستہ کو کم کرنا
۷۷	تعریف	۶۳	زمین کی حرکت کی وجہ سے سورج کی ظاہری سالانہ گردش
۷۸	سیاروں کی بنیتیں	۶۴	زمین کے محور کی متوازییت
۷۹	منطی سیاروں کی بنیتیں	۶۴	موسم
۸۱	علوی سیاروں کی بنیتیں	۶۵	عمل (۱) انقلاب برسا
۸۲	سیاروں کی چمک	۶۵	عمل (۲) انقلاب گرما
۸۳	کوکبی دور کی تعمیریں	۶۶	عمل (۲) و (۳)
۸۵	کپلر کے تین کلیے	۶۶	مقدار حرارت جو سورج سے روزانہ حاصل ہوتی ہے
۸۶	کپلر کے کلیوں کی تصدیق	۶۶	
۸۶	تجاذب شمس کے کلیے سے کپلر کے تیسرے کلیے کا استخراج	۶۶	

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۱۶۵	گیارہواں باب	۱۶۰	چاند کے آتش نشاں پہاڑوں کے دہانے
		۱۶۱	چاند کا کرہ ہوائی
	اوسط اور ظاہری وقت		دسواں باب
۱۶۵	وقت کی مساوات		خسوف و کسوف
	وقت کی مساوات سورج کی غیر مساوی		چاند گرہن (خسوف)
۱۶۷	حرکت کی بناء پر		مناظر مبنی بر انعطاف نور
	وقت کی مساوات طریق شمس کے میلان	۱۶۳	سایہ زمین کی اس تراش کے قطر کی
	کی بناء پر		تعیین جہاں چاند سایہ کو قطع کرتا ہے
	وقت کی مساوات کے ہر دو اجزاء کی		سایہ زمین کے طول کی تعیین
۱۶۹	ترکیب	۱۶۵	کسوف خمس (سورج گرہن)
	وقت کی مساوات سال میں چار بار صفر	۱۶۶	سایہ قمر کے مخروط کے طول کی تعیین
	ہو جاتی ہے	۱۶۸	چاند گرہن اور سورج گرہن کی شرائط کا حساب
	صبح اور شام کے طول غیر مساوی ہوتے	۱۶۹	چاند گرہن
۱۸۱	ہیں		سورج گرہن
۱۸۳	مقامی وقت	۱۷۰	حد خسوف معلوم کرنا
	اوسط وقت کو کو کبھی وقت میں تحویل کرنا	۱۷۱	حد اعظم و حد اصغر
۱۸۴	اور اس کا معکوس عمل		حد و کسوف شمس
۱۹۲	اعتدالی وقت	۱۷۲	گرہنوں کے تعدد و وقوع کی تعیین
۱۹۳	تقویم رومی اور غریبوری	۱۷۳	کم سے کم تعداد
۱۹۴	وصف گھڑی		بڑی سے بڑی تعداد
۱۹۵	مثالیں	۱۷۴	قرن خلدانی
		۱۷۵	

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۲۱۴	سحاب	۱۹۷	بارہواں باب
۲۱۵	ستاروں کی ذاتی حرکت	۱۹۸	جہاز رانی کے متعلق
۲۱۶	دُہرے ستارے	۱۹۸	ہیڈلے کا سکسٹنٹ (آلہ سُدس)
۲۱۷	ثنائی ستارے	۲۰۱	وقتِ پیمائش
۲۱۸	ثنائی ستاروں کی مدار	۲۰۱	سمندر میں عرض بلد کی تخمینہ
۲۱۹	متغیر ستارے	۲۰۲	نصف النہاری مشاہدات -
۲۲۰	میرہ کی قسم کے ستارے	۲۰۳	غیر نصف النہاری مشاہدات
۲۲۱	ستارہ الغول	۲۰۵	اوسط مقامی وقت معلوم کرنا
۲۲۲	طیفِ نما	۲۰۶	سمندر میں طول بلد کی تعیین
۲۲۳	شمسی طیف	۲۰۷	قمری فاصلوں سے طول بلد معلوم کرنا -
۲۲۴	چمکدار خطوں کا انقلاب	۲۰۸	فاصلہ کا تصفیہ
۲۲۵	سورج کی سطح اور سورج کی لہریں	۲۱۱	تیرہواں باب
۲۲۶	ستاروں کے طیف	۲۱۱	ثابت ستارے - طیفی تحلیل
۲۲۷	سحابوں کے طیف	۲۱۲	ستاروں کے مقادیر
۲۲۸	چودہواں باب	۲۱۳	ستاروں کی تعداد
۲۲۹	اجرامِ فلکی کی کمیتیں	۲۱۴	کہکشاں
۲۳۰	مسکیلین کا طریقہ	۲۱۵	ستاروں کا جھرمٹ
۲۳۱	کینڈرش کا تجربہ	۲۱۶	
۲۳۲	سورج کی کمیت اور زمین کی کمیت	۲۱۷	
۲۳۳	ان کی نسبت کی تعیین -	۲۱۸	

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۲۳۰	مشقیں	۲۲۷	ستاروں کی کیتیں
۲۳۱	زمین برصفت الہیاری خط کھینچنا	۲۲۸	شمالی ستاروں کی کیتیں
۲۳۲	مشقیں	۲۲۹	فکلی گولے پر نوٹ
۱۶-۱	پرچہ امتحانات		

پہلا باب

کرہ کے خواص - تعریفات

۱۔ تعریف کر کے مراد ایک مجسم ہے جو ایک ایسی سطح سے گھر ہوا ہو کہ مجسم مذکور کے اندر کے ایک نقطہ معینہ سے اس سطح تک جتنے خطوط مستقیم کھینچے جائیں وہ سب آپس میں برابر ہوں۔ اس نقطہ معینہ کو مرکز کہتے ہیں۔

کہہ کی تعریف یوں بھی ہو سکتی ہے کہ یہ ایک دائرہ کو اس کے ایک قطر کے گروہ
گروہ دینے سے پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ایک مسدیر حلقہ یا چھلا لیا جائے اور
اس کے محیط پر اس کے قطر کے دو انتہائی نقطوں کو ثابت رکھ کے حلقہ کو نوکڑ والا
قطر کے گروہ نکھایا جائے تو ہم دیکھیں گے کہ محیط سے ایک کرہ کی سطح قائم ہو جاتی ہے۔

۲۔ ہر ایک سطح مستوی جہاں ایک کردہ سے ملتی ہے، کو اس کی سطح کو ایک دائرہ پر قطع کرتی ہے۔
فرض کرو کہ د ع ف ایک کردہ کی مستوی تراش ہے،

دع ف پر کوئی نقطہ نہ ہو۔

اب چونکہ وہ سطح مستوی دفع پر عمود ہے
اس لئے یہ وہ پر بھی عمود ہوگا جس سطح مستوی میں
واقع ہے، اس لئے حکم تعلیمیں مقالہ اشکل ۴۷)

فاصلہ سے مستقل رہتا ہے۔ لہذا دایرہ ف ایک دائرہ ہے۔

طالب علم اس امر کو ایک تجربہ سے بھی بطریق ذیل ثابت کر سکتا ہے، ایک سیب کو جسکی شکل حتی الامکان گول ہو اور چاقو سے اسکی ایک تراش قطع کر دے۔ سیب کے اندر کے اس حصہ کو جواب ظاہر ہوا ہے، ملاحظہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ تراش کی شکل مستدیر ہے۔

۳۔ تعریف۔ کرہ کی سطح پر کے دائرہ کبیر سے مراد وہ دائرہ ہے جس کی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے گزرے۔

مثلاً ا م ن ب (شکل ۲) ایک دائرہ کبیر ہے۔

دائرہ صغیر وہ دائرہ ہے جسکی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے نہ گزرے، مثلاً د ع ف (شکل ۱) دائرہ صغیر ہے۔

ظاہر ہے کہ ایک کرہ پر کے سب کبیر دائرے بالفاظ مقدار مساوی ہوتے ہیں۔ لیکن سب صغیر دائرے مساوی نہیں ہوتے کیونکہ یہ بالفاظ مقدار قریباً قریباً کبیر دائرہ سے لیکر گھٹتے گھٹتے بالآخر محض نقطہ رہ جاتے ہیں۔

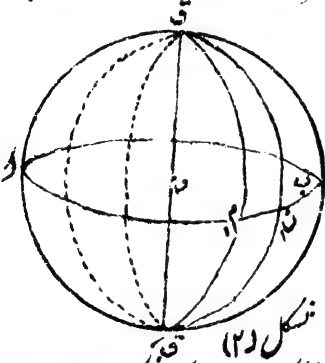
تعریف۔ اگر ایک کرہ پر کے کسی دائرے کے مرکز میں سے دائرہ کی سطح مستوی پر عمود نکالا جائے تو وہ نقطے جن پر یہ عمود کرہ کی سطح سے ملتا ہے دائرہ مذکور کے قطب کہلاتے ہیں۔

مثلاً اگر دائرہ کبیر ا ب کے مرکز د میں سے دائرہ کی سطح پر عمود ق ق نکالا جائے تو نقاط ق اور ق کے قطب کہلاتے ہیں۔

تعریف۔ وہ کبیر دائرے جو ایک کبیر دائرہ کے قطبوں میں سے گزرے ہیں، مؤخر الذکر کبیر دائرہ

کے دواغر ثنائی یا محض ثنائی کہلاتے ہیں، مثلاً اگر ق اور ق (شکل ۲) میں سے کبیر دائرے ق م ق اور ق ن ق لکھنے جائیں تو یہ دائرے دائرہ کبیر ا ب کے ثنائی کہلائیں گے۔

نوٹ۔ ایک دائرہ کبیر اس کے ثنائی علی التوا تم قطع کرتے ہیں، نیز وہ ثنائی ق م اور ق ن کی تو میں جو ق سے ا ب تک کھینچی جائیں آپس میں برابر ہوتی ہیں اور ہر ایک ایک راجع



(۹۰) کے مساوی ہوتی ہے۔

آسمان کی ظاہری پویمہ حرکت۔ کرہ سماوی
۴۔ اگر کوئی شخص ایک وسیع مہوار میدان میں کھڑا ہو کر دیکھے تو اسکو آسمان کی شکل
ایک بڑے نصف کروی مجوف گنبد کی ہی معلوم ہوگی جبکہ قاعدہ اس میدان پر لگا ہوا ہے
اور جو اس میدان سے ایک دائرہ پر ملتا ہے۔ یہ دائرہ جو اس کے مشاہدہ آسمان کو اس طرح
محدود کرتا ہے جہاں آسمان دکھائی دے گا۔ اور وہ میدان جس پر وہ کھڑا ہے افقِ مری
کی سطحِ مستوی سے معلوم ہوتا ہے۔

اب اگر مشاہدہ کے وقت رات ہو اور آسمان صاف ہو تو اس مجوف گنبد کی مقعر سطح
پر چاروں طرف بہت سے چمکتے ہوئے اجرامِ باہر کی منکیاں دکھائی دیتی ہیں جنکو ستارے کہتے ہیں
ان اجرام کی ایک بڑی تعداد ایسی ہے کہ ان کے اصنافی مقامات میں تقریباً
کوئی تغیر واقع نہیں ہوتا یعنی اگر وہ زادیہ جو ان اجرام میں سے کسی دو کے محاذی مشاہدہ
کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے، ایک دفعہ ناپ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کی مقدار میں
کبھی کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی اور اگر کچھ تبدیلی واقع ہوتی بھی ہے تو وہ اس قدر ضعیف
ہوتی ہے کہ ایک نہایت طویل عرصہ سے پہلے پیمائش میں نہیں آسکتی۔ ان اجرام کو
اس لحاظ سے ثابت کہتے ہیں۔

سرسری مشاہدہ سے بھی یہ امر مخفی نہیں رہ سکتا کہ اگرچہ ان ثوابت کے اصنافی مقامات
میں کوئی تغیر ظاہر نہیں ہوتا لیکن یہ سب کے سب آسمان پر ایک ہی سمت میں حرکت
کرتے ہوئے نظر آتے ہیں بعض افقِ شرقی سے طلوع کرتے ہیں آسمان پر باندھتے ہیں اور
ایسی قوسیں بنانے کے بعد جو تقریباً مستدیر ہوتی ہیں افقِ غربی کے نیچے غروب ہو جاتے
ہیں اور پھر آئندہ شب کو اسی مقام سے نکلتے ہیں جہاں سے گزشتہ شب نکلے تھے، اس طرح
سے مکمل دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ میں پورا کرتے ہیں۔

اکثر اجرام ایسے بھی ہیں جو نسبتاً اتنا چھوٹا دور بناتے ہیں کہ افق تک کبھی نہیں پہنچتے
اور اس لیے کہ اپنی تمام حرکت کے اظہار میں نظر آسکتے ہیں ان ستاروں کے بار بھی مستدیر
معلوم ہوتے ہیں اور ہر ایک کی گردش کی تکمیل کا دور ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ کا ہوتا
ہے اور یہ مدت بھی وہی ہے جو طلوع و غروب ہونے والے ستاروں کی گردش کی مدت ہے۔

علامہ بریں ان سب کی ظاہری یومیہ گردش ایک نقطہ کے گرد ہوتی ہے جو ان سپہوں کے لئے بطور ایک مشترک قطب کے ہوتا ہے، اس نقطہ کو قطب سماوی کہتے ہیں۔ وہ ستارے جو قطب کے اتنے قریب دورہ کرتے ہیں کہ ظہور و غروب نہیں کرتے ابدی الظہور ستارے کہلاتے ہیں۔ اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ حرکت کو زیادہ صحت کے ساتھ مشاہدہ کرنے کے لئے ایک

دور بین لینی چاہیئے جو ایک مناسب ستارہ پر نصب کی گئی ہو، اس دور بین کو استوائی دوربین کہتے ہیں اور یہ تقریباً ہر رصد گاہ میں پائی جاتی ہے، یہ دور بین جسکی مکمل تفصیل بعد میں دی جائیگی آسمان کے کسی حصہ کے مقابل لگائی جاسکتی ہے اور جس ستارہ کو ہم چاہیں میدان میں لایا جاسکتا ہے، مزید براں گھڑی کی طرح عمل کرنے والی کل کے ذریعہ ہم مشاہدہ کے منظر کو قطب سماوی کے گرد اس طرح گھما سکتے ہیں کہ ہر بھی یکساں رفتار سے اسی سمت میں جس سمت میں کہ ستارے گھومتے ہیں گردش کرتا ہے اور مکمل دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۷ سیکنڈ میں پورا کرتا ہے، اس سے ظاہر ہے کہ کسی ایک ستارے کو منتخب کر کے گھڑی کی کل کو ایک دفعہ چلا دینے سے افق کے اوپر اس ستارے کو اس کے دوران حرکت میں مشاہدہ کے منظر میں رکھ سکتے ہیں۔ اگر طالب علم ان امور کو ذہن میں رکھے کہ مشاہدہ کے منظر کا ہر ایک نقطہ قطب سماوی کے گرد ایک دائرہ صغیر میں حرکت کرتا ہے اور پورے دور کا وقت ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۷ سیکنڈ ہے تو وہ فوراً مندرجہ ذیل نتائج پر پہنچ سکتا ہے۔

(۱) ستارے قطب سماوی کے گرد صغیر دائروں میں گھومتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

(۲) یہ ظاہری گردش یکساں ہے۔

(۳) ایک دور پورا کرنے کا وقت سب کے لئے ایک ہی ہے یعنی ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۷ سیکنڈ۔

۵۔ کرہ سماوی۔ اگر دو شخص سطح زمین پر اس کے کسی قطر کے دوسروں پر کھڑے ہوں، مثلاً ایک انگلستان میں اور دوسرا کہیں نیوزی لینڈ کے پاس، تو ان اشخاص میں سے ہر ایک کو آسمان کی ایک متعین نصف کروی سطح دکھائی دیگی جس میں ایک قطب سماوی ہوگا۔ پس اگر کوئی شخص کل آسمان کو ایک نظر میں دیکھ سکے تو اس کو آسمان کی شکل بظاہر ایک مکمل کروی ہی معلوم ہوگی۔ اور تمام اجرام فلکی اس کی متعین سطح پر لگے ہوئے معلوم ہونگے نیز یہ تمام کرہ دو معین مقابل کے نقطوں کے گرد گھومتا ہوا معلوم ہوگا جن کو بالترتیب شمالی اور جنوبی قطب سماوی کہتے ہیں۔ آسمان کی یہ بظاہر کروی سطح کرہ سماوی کہلاتی ہے۔

ریاضی کے نقطہ نگاہ سے کہ ساری کواکبوں کا ایک ایسا کرہ تصور کیا جاتا ہے جس کا نصف قطر زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلہ کرتا ہوا ہے، پس جب ہم یہ کہتے ہیں کہ زمین اس خیالی کرہ کے مرکز پر واقع ہے تو اس سے ہمارا یہ مفہوم ہوتا ہے کہ زمین محض ایک ریاضی کا نقطہ ہے جس کے البسادی کچھ نہیں ہیں۔

سورج، چاند اور سیارے

۱۔ سورج۔ اب ہم اپنے مشاہدات کا وقت رات سے بدل کر دن کر لیتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ ثوابت کی مشترک دیومرہ حرکت میں سورج بھی شامل ہے یا نہیں۔ باؤی النظر میں یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس کی ظاہری یومیہ گردش بعینہ وہی ہی ہے، وہ مشرق سے طلوع کرتا اور آسمان پر ایک قوس بناتا ہوا مغرب میں جا غروب ہوتا ہے اور پھر گلی بیج مشرق سے نکلتا ہے، لیکن ایک بات میں فرق بھی ہے یعنی اس کی ایک گردش کو پورا کرنے میں بجائے ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سیکنڈ کے ۲۴ گھنٹے درکار ہوتے ہیں اور گویا ثوابت سے قریباً ۴۰ منٹ زیادہ لگتے ہیں۔ اس امر کی تصدیق سرسری طور پر یوں کیجا سکتی ہے، کہ کسی دن یہ دیکھ لو کہ سورج کا ایک گناہ ایک انتصابی دیوار کے سیدھے کس وقت آ جاتا ہے، انتصابی دیوار کا بجائے بہت ہوگا کہ دو دو درلوں سے نگر لٹکا کر یہی وقت مشاہدہ کر لیا جائے، اگلے دن سورج کو اسی مقام پر آنے تک جو وقفہ لگے گا اس کو محسوب کرنے سے معلوم ہوگا کہ یہ قریباً ۲۴ گھنٹے کا ہے۔ ہم اوپر دیکھ چکے ہیں کہ کسی ثابت ستارے پر یہی تجربہ کرنے سے وقفہ مذکور ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سیکنڈ ہوتا ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج کا ظاہری مقام ثوابت کے لحاظ سے ہمیشہ ایک ہی نہیں رہتا بلکہ آہستہ آہستہ مغرب سے مشرق کو ہٹتا ہوا دکھائی دے گا اور یہ معلوم ہوگا کہ یہ مشرق سے مغرب کی طرف کی یومیہ گردش میں ثوابت سے پیچھے رہتا جاتا ہے اور اپنے یومیہ دور کو پورا کرنے میں ثوابت کی نسبت قدرے زیادہ وقت لیتا ہے۔

اگر ہم ثوابت کو خالی آنکھ سے دن کے وقت دیکھ سکتے جیسا کہ فلکی دور میں کی مدد سے دیکھ سکتے ہیں تو مغرب سے مشرق کی جانب سورج کے مقام میں جو حقیقت تبدیلی ہوتی رہتی ہے ہم اس کو فی الواقع مشاہدہ کر سکتے اور نیز یہ بھی معلوم کر سکتے کہ سورج ثابت ستاروں کے لحاظ سے اپنے ابتدائی مقام پر ایک معین مدت کے بعد آتا ہے جس کو سال کہتے ہیں۔

لیکن ہر امر کو دو زمین کی عدد کے بغیر بھی اس طرح ثابت کر سکتے ہیں :-
 اگر ہم ستاروں کے ایک مجمع کی طرف ہر شام کو دیکھا کریں جو سورج کے غروب ہونیکے
 کچھ عرصہ بعد مغرب میں غروب ہو جاتا ہے تو اپنے مشاہدات کو چند ہفتوں تک جاری
 رکھنے سے ہمیں معلوم ہوگا کہ سورج کے غروب ہونے اور ان ستاروں کے غائب ہوجانے
 کے درمیان جو وقفہ ہے وہ بتدریج کم ہوتا جاتا ہے حتیٰ کہ بالآخر یہ ستارے سورج سے
 پہلے ہی غروب ہو جاتے ہیں اور اسلئے رات کے ابتدائی حصے میں نظر نہیں آتے۔ لیکن
 اگر ہم صبح ہونے سے پہلے بیدار ہو کر افق کے مشرقی حصہ کی طرف نگاہ کریں تو ہمیں معلوم
 ہوگا کہ یہ ستارے طلوعِ شمس سے قبل نکل چکے ہیں۔

اگر ہم اپنے مشاہدات کو ۳۶۵ دن تک جاری رکھیں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ ایسے عرصہ کے
 آخر میں بلحاظ ان ثابت ستاروں کے بعینہ اسی جگہ پر ہے جہاں پہلے تھا اور ستاروں کا
 یہ مجمع حسب سابق رات کے ابتدائی حصہ میں دکھائی دینے لگیگا۔ پس ہم یہ کہہ سکتے ہیں
 ہیں کہ سورج کی دو ظاہری حرکتیں ہیں۔

(۱) مشرق سے مغرب کی طرف روزانہ گردش جو تمام اجرام فلکی کے ساتھ مشترک ہے

(۲) ثابت ستاروں میں سے مشرق کی طرف اسکی سالانہ گردش۔

۷۔ چاند۔ اپنی ظاہری یومیہ حرکت کے علاوہ چاند بھی ثابت ستاروں میں مغرب سے
 مشرق کی طرف حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے لیکن سورج کی بر نسبت بہت سرعت کے ساتھ
 چنانچہ بلحاظ سورج اور زمین کے یہ اپنا دور ایک مہینہ کی مدت میں پورا کر لیتا ہے۔

۸۔ سیارے۔ ثوابت، سورج اور چاند کے علاوہ باقی اور اجرام بھی ہیں جو
 خالی آنکھ سے دیکھے جاسکتے ہیں اور جنکی حرکتیں ثابت ستاروں میں سمجھا ایسی عجیب ہیں کہ
 بظاہر ان حرکتوں کو کسی عام کلیہ کے تحت نہیں لایا جاسکتا۔ اس وجہ سے ان اجرام کو سیارے
 (پہرے والے ستارے) کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ سیارے ثابت ستاروں میں اسی سمت میں
 حرکت کرتے ہوئے نظر آتے ہیں جس سمت میں کہ سورج اور چاند حرکت کرتے ہیں اس صورت
 میں ان کی حرکت کو حرکتِ راست کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ مخالف سمت میں حرکت کرتے
 معلوم ہوتے ہیں اس صورت میں ان کی حرکت رجعی کہلاتی ہے کبھی کبھی تھوڑی دیر کے
 لئے یہ ثابت ستاروں میں ساکن بھی معلوم ہوتے ہیں۔

خالی آنکھ کو ثابت ستارے ٹٹلاتی ہوئی روشنی کے ساتھ چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں، لیکن سیاروں کی چمک مسلسل قائم ہوتی ہے۔ نیز کسی ثابت ستارے کو بڑی بڑی طاقت کی دوربین سے بھی دیکھنے سے اس کی قیامت میں کوئی اضافہ معلوم نہیں ہوتا۔ صرف اس کی چمک تیز ہو جاتی ہے۔ برعکس اس کے سیارہ کا قرص دوربین سے دیکھنے سے بڑا معلوم ہوتا ہے۔

چار سیارے یعنی زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل روشن ترین ستارے کے مساوی یا اس سے زیادہ روشن ہیں۔ اگر سیارہ جنوب میں چمک رہا ہو تو یہ سمجھ لینا چاہیے کہ یہ مریخ، مشتری یا زحل ہے۔ زہرہ شام کا یا صبح کا ستارہ ہے، اول الذکر صورت میں یہ مغرب میں سورج کے غروب ہونے کے بعد دکھائی دیتا ہے اور مخر الذکر صورت میں یہ طلوع آفتاب سے پہلے مشرق میں نظر آتا ہے۔ دیگر اجرام فلکی جو ہر شخص کو مہلّا کسی وقت نظر آ سکتے ہیں وہ دھڑاڑ سے اور تڑپا تڑپا یا شہاب ہیں۔ ان سے ان اجرام فلکی کی فہرست جن پر ہم ابوالجانب میں مفصل بحث کر چکے ہیں مکمل ہو جاتی ہے۔

۹۔ نظام بطلیموسی۔ وہ مختلف فلکی نظارے جن کا اوپر ذکر ہوا ہے یعنی اجرام سماوی کی یومیہ حرکت، سورج کی سالانہ گردش، چاند کی ماہانہ گردش اور سیاروں کی بظاہر غیر منتظم روش ان تمام کی توجیہ پہلے پہل حکیم بطلیموس نے کی۔ حکیم سند عیسوی کی دوسری صدی میں گزرا ہے۔ یہ توجیہ بظاہر ایسے پختہ اور قابل اطمینان اصولوں پر کی گئی تھی کہ سولہویں صدی عیسوی تک حقیقی اور صحیح توجیہ مقبول نہ ہو سکی۔

نظام بطلیموس میں یہ فرض کیا گیا تھا کہ تمام کرہ سماوی ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے جو شمالی اور جنوبی سماوی قطبوں میں سے گزرتا ہے اور زمین اس کرہ سماوی کے مرکز و واقع ہے نیز سورج کرہ سماوی کے ساتھ روزانہ گردش کرنے کے علاوہ اس کے مخالف سمت میں اپنی ایک ذاتی حرکت بھی رکھتا ہے جسکی وجہ سے یہ زمین کے گرد کرہ سماوی پر ایک دائرہ کی شکل میں گردش کرتا ہے اور پورا چکر ایک سال میں مکمل کر لیتا ہے۔ اسی طرح سے چاند ایک چکر ایک مہینہ میں پورا کر لیتا ہے دیگر سیاروں کے سکون اور رجعی حرکتوں کی توجیہ نہایت صنعت کے ساتھ اس مفروضہ کی بنا پر کی گئی کہ سیارے سورج کے گرد (جو خور زمین کے گرد دائرہ میں گردش کرتا ہے) دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔

نظام کو پر نیکی۔ صحیح توجہ کو پر نیکی سے منسوب ہے اب عام طور پر مسئلہ ہے، اسکی رُو سے آسمان کی یومیہ حرکت محض مری اور ظاہری ہی، درحقیقت زمین سمت مقابل میں یعنی مغرب سے مشرق کو ایک ایسے محور کے گرد گھومتی ہے جو آگے بڑھانے پر ہر دو قطب سماوی میں سے گزرتا ہے اور اس طرح سے مشاہدہ کنندہ کے افق کی سطح مستوی ہر لمحہ بدلتی رہتی ہے اس طرح سے نئے ستارے مشرق میں نظر آتے رہتے ہیں جسے ہم یوں بیان کرتے ہیں کہ وہ طلوع ہو کر دوسری جانب مغرب کی طرف کے ستارے دم بدم نظر سے اوجھل ہوتے جاتے ہیں جسے ہم عام الفاظ میں یوں بیان کرتے ہیں کہ وہ غروب ہو گئے۔

کو پر نیکی نے سورج کی ظاہری سالانہ گردش کی تشریح بھی کی اور بتایا کہ سورج زمین کے گرد نہیں گھومتا بلکہ درحقیقت زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور باقی سیارے اور زمین ایسا نظام بناتے ہیں جو سورج کے گرد گھومتا ہے اور اس سے روشنی اور حرارت حاصل کرتا ہے۔

ہیئت دانوں نے اس تشریح کو پہلے پہل نہایت مشتبہ نگاہوں سے دیکھا لیکن بعد کے اکتشافات نے اس کی صحت اور درستی میں شبہ کی کوئی گنجائش باقی نہ رکھی اس لئے ہمیں اس امر کو بلا ثبوت تسلیم نہیں کر لینا چاہیے، بلکہ بنظر تنقید اس مسلسل منازل پر غور کرنا چاہیے جن سے نتائج متذکرہ بالاستنبط ہوئے۔

اگرچہ یہ نظریہ کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے آج سے تین صدی پہلے تک عام طور پر مقبول نہیں تھا لیکن اس سے یقیناً نہیں کرنا چاہیے کہ یہ خیال بالکل نیا ہے۔ سیسرو بیان کرتا ہے کہ سائیرا کیوز کے اسی نام کا جسنہ عیسوی سے ۴۰۰ سال قبل گزرا ہے یہی خیال تھا۔ کو پر نیکی کہتا ہے کہ سیسرو کے انہی کلمات نے پہلے پہل مجھے زمین کی حرکت پر غور کرنے کی طرف توجہ دلائی۔

۱۰۔ حوالہ کی غرض سے ثابت ستاروں کے اصنافی مقامات اور ان کے اندر سورج کے ظاہری راستہ کا نقشہ ایک کرہ کی سطح پر اس طرح کھینچا گیا ہے کہ نقشہ میں کسی دو ستاروں کے محاذی کرہ کے مرکز بھی وہی زاویہ بنتا ہے جو متناظر ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے۔ اس قسم کا کرہ آسمان کی شکل کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے جب کہ مشاہدہ کنندہ کو مرکز پر فرض کیا جائے۔

طالب علم کو یاد رہے کہ اس قسم کا کرہ اجرام سماوی کے محض زاوی فاصلوں کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے لیکن ان اجرام کے جو فاصلے زمین سے ہیں ان کی اس سے تعبیر نہیں ہو سکتی کیونکہ ثابت ستارے اور سیاروں کی نسبت لا انتہا فاصلہ پر واقع ہیں حالانکہ ان سب کو کرہ مذکور پر مشابہہ کنندہ سے متساوی الفضل دکھایا گیا ہے۔

تعریفات

(۱) وہ دائرہ کبیر جس پر افق کی سطح مستوی کرہ سماوی کو قطع کرتی ہے افق سماوی کہلاتی ہے، نوٹ۔ کسی جرم فلکی کا مقام بلحاظ افق کے معلوم کرنا سمندر پر زیادہ آسان ہے، لیکن زمین پر اس کی سطح کی ناہمواری کی وجہ سے افق دکھائی نہیں دیتا ایسے ہمہ ہم افق سطح کا تعین بہت شاذ و نادر صورتوں پر ضرور اس سطح سے آسانی کر سکتے ہیں اگر کسی لحاظ سے کسی جرم فلکی کا مقام معلوم کر سکتے ہیں ہیئت ان بعض اوقات قلیل مقدار میں کسی ساکن مانع مثلاً پارے کی سطح کو بھی افق کی سطح مستوی کی تعیین کے لئے استعمال کرتے ہیں،

(۲) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو اوپر کی طرف خارج کریں تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کرے گا اس کو کہلاتا ہے۔

(۳) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو نیچے کی طرف خارج کریں۔ تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کرے گا نظیر (۱) اس یا محض نظیر کہلاتا ہے۔

نوٹ۔ ظاہر ہے کہ اس اور نظیر افق سماوی کے قطب ہیں۔

(۴) نصف النہار سماوی۔ آسمان پر کا وہ دائرہ کبیر جو اس اور قطب سماوی میں سے کھینچا جائے نصف النہار کہلاتا ہے۔

(۵) ان دائروں کو جو افق پر عمود ہوں (یعنی افق کے زاویوں کو) ہتھکابی یا دوار سمتی بھی کہتے ہیں۔

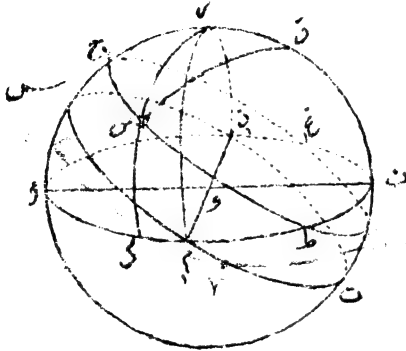
(۶) وہ انتہائی جو مشرقاً غرباً کھینچا جائے اور نصف النہار پر عمود ہوا اول السموت کہلاتا ہے۔

(۷) استوائ سماوی آسمان میں وہ کبیر دائرہ ہے جسکی سطح مستوی قطب سماوی کی سمت پر عمود دار ہو۔

شمالی قطب سماوی اور جنوبی قطب سماوی صریحاً خط استوا کے قطب ہیں

و صغیر وارے جو ستارے اپنی یومیہ حرکت کے دوران میں قطب سماوی کے گرد بناتے ہیں
اساتوا کے سماوی کے متوازی ہوتے ہیں۔

چونکہ ہر دو کبیر وارے ایک دوسرے کی تصدیق کرتے ہیں (یعنی ان کا ایک مشترک قطر
ہوتا ہے) اسلئے ظاہر ہے کہ اساتوا کے سماوی کا ایک نصف افق کے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف



شکل (۳)

نیچے، پس اگر
کوئی ستارہ یا
دیگر جسم فلکی خط
استرایرد واقع
ہو تو یہ اپنی یومیہ
حرکت کے دوران
میں جتنا عرض افق
سے اوپر ہے گا۔
استارہ کی عرض افق
نیچے دیکھا نیز نقطہ
ششقی سے طلوع کرے گا
اور نقطہ مندرجہ

کرہ سماوی کا نقشہ۔ شاہد کنندہ (د) پر ہے۔

پر غروب ہوگا۔

طاس ج غ ایک ستارہ اس کا یومیہ توازی، ہے ستارہ ط سے طلوع کرتا ہے اور غ پر غروب ہوتا ہے		
و شاہد کنندہ کا مقام ہے	ف	نقطہ شمالی ہے
ا م ف ن افق ہے	د	نقطہ جنوبی ہے
س راس ہے	م	نقطہ مشرقی ہے
ق قطب سماوی ہے	ن	نقطہ غربی ہے
و ا ر ق ف نصف انہار سماوی ہے	س	ایک ستارہ ہے۔
س م ف ن اساتوا کے سماوی ہے	د س ک	میں سے انتصابی
م م ن اول السموت ہے	ح س ق م	س کا سامعی زاویہ

(۸) تعریف - ایک سال کے دوران میں ثابت ستاروں کے اندر سورج کے ظاہری راستہ کو طریق شمس کہتے ہیں۔

اگر سورج کے اس ظاہری راستہ کو کرہ مساوی پر منقسم کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرہ کبیر سے تعبیر ہو سکتا ہے جب چاند اپنی ماہانہ گردش میں جبکہ یہ بدر ہو یا ہلال طریق شمس کی سطح مستوی کو عبور کرتا ہے تو خسوف واقع ہوتا ہے اس کے ہلال ہونے کی صورت میں سورج کا کسوف ہوگا اور بدر ہونے کی صورت میں چاند کا خسوف۔

طریق شمس کا میلان استوا کے ساتھ اعتدالین

۱۱۔ طریق شمس کی مستوی اور استوا کی مستوی ایک دوسرے کو جس زاویہ پر قطع کرتی ہیں وہ تقریباً $23^{\circ} 28'$ ہے اس زاویہ کو استوا کے سطح مستوی کے ساتھ طریق شمس کا میلان کہتے ہیں۔ یہ دو کبیر دائرے لازماً ایک دوسرے کو دو نقطوں پر قطع کرتے ہیں اس لئے سورج سال بھر میں دو دفعہ استوا کو عبور کرتا ہے ان دونوں دونوں میں اسکا یومیہ راستہ استوا پر تقریباً منطبق ہوتا ہے یعنی یہ عین مشرق سے طلوع کرتا ہے اور مغرب میں غروب ہوتا ہے، لہذا اس کے یومیہ راستہ کا ایک نصف افق سے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف نیچے (دیکھو شکل ۳) یعنی تمام دنیا یوں اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں یہی وجہ ہے کہ ان دو اوقات کو اعتدالین کہتے ہیں، نیز طریق شمس اور استوا کے دو نقاط تقاطع کو نقاط اعتدالین سے موسوم کرتے ہیں، ان نقاط میں سے ایک کو رأس الخمل اور دوسرے کو برج میزان سے کہا جاتا ہے کہ پہلا نقطہ کہتے ہیں کیونکہ سبوقتے متقدمین نے ان نقطوں کو پہلے ہی نامزد کیا تو یہ حل اور میزان کے برجوں میں تھے سورج رأس الخمل پر ۲۲ مارچ کو ہوتا ہے اور استوا کے مغرب سے شمال کی طرف جاتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدال ربیع کہتے ہیں، نیز سورج میزان کے پہلے نقطہ پر ۲۲ ستمبر کو ہوتا ہے اور استوا کو شمال کی طرف سے جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدال خریف کہتے ہیں۔

منطقۃ البروج کی علامتیں

۱۲۔ زمانہ سلف کے ہیئت دانوں کے مشاہدہ سے یہ معلوم کیا کہ چاند اور ستارے طریق شمس سے کبھی کسی بڑے زاوی فاصلہ پر نہیں پہنچتے اس لئے انھوں نے آسمان پر

ایک خیالی چٹی کھینچی ہوئی تصور کر لی جو طریقی شمس کے دونوں جانب ہر ایک پھیلی ہوئی ہے اور دیکھا کہ سورج کے علاوہ چاند اور دیگر سیارے ہر چند اسی چٹی کے اندر کہیں نہ کہیں پائے جاتے ہیں انھوں نے اس چٹی کا نام منطقہ بروج رکھا اور بروج کے نام یا علامتیں ان جالوں یا دیگر اشیائے آسمانی کے جو بزرگے جن سے بروج کے اندر کے ستاروں کے مجموعے خیالی طور پر کچھ نہ کچھ مشابہت رکھتے تھے منطقہ بروج کی ۱۲ علامتیں ہیں ان کے نام اور نیز ان کو تعبیر کرنے والی علامتیں ذیل میں درج ہیں۔

حل	ثور	جوزا	سرطان	اسد	سنبلہ
♋	♉	♊	♌	♍	♎
میزان	عقرب	قوس	جدی	دلو	حوت
♏	♐	♑	♒	♓	♒

ارتفاع اور السمیت

۱۔ کسی جرم فلکی کے ارتفاع سے اس کا دور (زاویہ) فاصلہ اور ہوتا ہے جو افق سے اس قوس پر ناپا جائے جو کہ جرم مذکور سے افق پر عموداً کھینچی گئی ہو (یا با نفاظ دیگر دو فاصلہ ہے جو جرم مذکور میں سے گزرنے والے انصبا بی پر ناپا جائے)

کسی جرم فلکی کی السمیت وہ قوس مراد ہوتی ہے جو نصف النہار اور جرم مذکور میں سے گزرنے والے انصبا بی کے پائین کے درمیان افق پر منقطع ہوتا ہے۔

مثلاً شکل ۳ میں ستارہ کا ارتفاع = س ک اور السمیت = ا ک ظاہر ہے کہ ستارہ س کی السمیت کو خواہ ا ک سے تعبیر کیا جائے خواہ س ک سے، اس سے کچھ فرق نہیں پڑتا بشرطیکہ یہ واضح کر دیا جائے کہ ہم اس کو نقطہ شمالی سے ناپ رہے ہیں یا نقطہ جنوبی سے۔ زمین کے نصف کرہ شمالی میں السمیت کو عام طور پر نقطہ جنوبی سے شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے اور جنوبی نصف کرہ میں نقطہ شمالی سے شرقاً غرباً۔

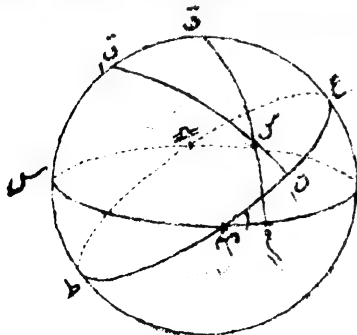
مثلاً اگر قوس ا ک = ۳۰° تو س کی السمیت = ۳۰° شرق قوس س کو جرم مذکور کا اسی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً ارتفاع کے سیم کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر ہم کسی جرم کا ارتفاع اور السمیت معلوم ہوں تو ہم مشاہدہ کنندہ کے افق اور

اور نصف النہار کے لحاظ سے کڑہ سادی پر جرم مذکور کے مقام کی تعیین کر سکتے ہیں۔ لیکن چونکہ زمین کی گردش کی وجہ سے شاید کئذہ کا اتنی ہر لمحہ بدلتا رہتا ہے اور نیز چونکہ زمین پر سکے مختلف مقامات کے لئے اتنی اور نصف النہار مختلف ہوتے ہیں، اس لئے کسی جرم کے ارتفاع اور سمت سے اس کا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ محض وقت کی اس خاص آن اور زمین پر کے ایک خاص محل کے لئے ہی درست تصور ہو سکتا ہے۔

میل اور محدود مستقیم
۱۴۔ کسی جرم کے مقام کا تعین بمحاذ اتنی کے کرنے کی بجائے بمحاذ استوائی سادی کی بھی کیا جاسکتا ہے ان یا شکلوں کے لحاظ سے اسکا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے تاج نہیں ہوتا اور اس لئے اس میں ہر لمحہ تبدیلی ہونے کا اندیشہ نہیں بعد ازاں واضح ہو گا کہ درحقیقت تغیر قوس میں واقع ہوتا ہے لیکن مقابلہ طویل مدتوں کے بعد۔

کسی جرم فلکی کے میل سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خط استوائی سے اس قوس پر ناپا جائے جو جرم مذکور میں سے استوا پر عموداً کھینچی گئی ہو۔
محدود مستقیم سے استوائی وہ قوس مراد ہے جو اساس الملک اور اس قوس کے درمیان ہو جو جرم مذکور میں سے استوائی پر عموداً کھینچی جائے۔
صعودی مستقیم سے مشرق کی طرف ۰ سے ۹۰ تک ناپا جاتا ہے۔
شمالی شکل میں فرض کرو کہ س م ت استوائی کو تعبیر کرتا ہے۔ اور ط غ طریق



شمس ہے۔
دائرہ ثانوی س ط ت ق کھینچو
جو استوا اور طریق شمس دونوں کے لئے
مشترک ہو۔ اور جو استوا کے قطب (قطب)
ق میں سے اور طریق شمس کے قطب ق
میں سے گزرے۔ تب اگر جرم سادی کا مقام
س ہو تو

شکل ۴

س م = جرم مذکور کا میل جو ق م پر ناپا جائے۔

۳۳ = جرم مذکور کا صعود مستقیم جو استوا پر ناپا جائے۔
توس س ق کو جرم مذکور کا قطبی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً میل کے متمم کے مساوی ہے۔
سادی عرض بلد اور طول بلد

کسی جرم فلکی کے مقام کا تعین بلحاظ طریق شمس کے بھی کیا جاتا ہے۔
کسی جرم فلکی کے عرض بلد سے وہ فاصلہ مراد ہے جو طریق شمس سے اس توس
پر ناپا جائے جو جرم مذکور میں سے طریق شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو۔

طول بلد سے طریق شمس کی وہ توس مراد ہے جو محل کے پہلے نقطہ اور اس توس کے
پائین کے درمیان ہو جو جرم مذکور میں سے طریق شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو۔

مثلاً (شکل ۴) س ن = س کا عرض بلد اور ۲ ن = طول بلد۔
ان پانچوں کو ارضی طول بلد اور عرض بلد سے تفریق کرنے کے لئے جن کے
ساتھ ان کا کوئی تعلق نہیں سادی عرض بلد اور طول بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔

اجرام فلکی کے طول بلد بھی ان کے صعود مستقیم کی طرح ۳ سے شروع کر کے ۹۰
تک ناپے جاتے ہیں۔

اجرام فلکی کے میل اور عرض بلد دونوں باہم ترتیب استوا اور طریق شمس کے ہر دو جانب
۹۰ سے ۹۰ تک ناپے جاتے ہیں اگر یہ ان کبیر دائروں سے قطب شمالی کی طرف ناپے جائیں تو
ان کو شمالی میل یا شمالی عرض بلد کہا جاتا ہے اور اگر قطب جنوبی کی طرف ناپے جائیں تو جنوبی میل
یا جنوبی عرض بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔

میلی دائرے اور ساعتی زاویہ

استوا کے ثانویوں کو میلی دائرے کہتے ہیں کیونکہ انہیں دائروں پر اجرام فلکی کے
میل ناپے جاتے ہیں۔

وہ زاویہ جو کسی ستارے میں سے گزرنے والا میلی دائرہ نصف النہار کے ساتھ بناتا ہے
ستارہ مذکور کا ساعتی زاویہ کہلاتا ہے، اس کی وجہ یہ ہے کہ اگر یہ زاویہ معلوم ہو تو ہم اس سے
وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو اس ستارے کو نصف النہار کے عبور کرنے تک صرف ہو گا یا
وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو ستارہ مذکور کے گزشتہ مرتبہ نصف النہار کو عبور کرنے سے

پراس کا ارتفاع بڑے سے بڑا ہوتا ہے۔
اسی طرح سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ افق کے نیچے کسی جرم کی سببی زیادہ سے زیادہ وقت
ہوتی ہے جبکہ یہ نصف النہار پر ہو۔

مشقیں

- (۱) راس کا ارتفاع اور ساعتی زاویہ معلوم کرو [جواب ۹۰°]۔
(۲) قطب سماوی کا میل اور عرض بلد کیا ہے [جواب ۹۰°: ۶۶ ۳۲ (۹۰-۶۳ ۲۸)]
(۳) طریق شمس کا قطب قطب سماوی سے کس فاصلہ پر ہے بالفاظ دیگر شکل ۴ میں قوس ق ق کا زاویہ
طول کیا ہے۔ [جواب ۲۳ ۲۸]

۴۔ سمت کا میل صعود مستقیم عرض بلد اور طول بلد بتاؤ۔

جواب ۱۸۰° ۱۸۰° ۱۸۰°

- ۵۔ آسمان کا کوئی نقطہ ایسا ہے کہ اس کا میل صعود مستقیم عرض بلد اور طول بلد سب
صفر ہوں۔ جواب۔ راس الحمل ۶

۶۔ اگر ایک ستارہ نصف النہار کو آج رات کے ۱۱ بجے عبور کرے تو بتاؤ کہ یہ (۱) کل
رات کو (۲) ۱۵ دن کے بعد کس وقت عبور کرے گا بشرطیکہ سورج کے صعود مستقیم کی تبدیلی
کو سال بھر کے لئے یکساں تصور کیا جائے دیکھو فہیات ۵ اور ۶۔

- جواب (۱) ۱۰ بج کر ۵۶ منٹ رات (۲) تقریباً ۱۰ بجے رات
۷۔ یہی ستارہ نصف النہار کو ایک سال کے بعد کس وقت عبور کرے گا۔ جواب ۱۱ بجے
۸۔ ایک ستارہ نصف النہار پر آج عین آدھی رات کو قطب کے اوپر ۱۰ پر ہے
آج سے عین (۱) چھ ماہ بعد (۲) ایک سال بعد یہ آدھی رات کو کہاں ہوگا جبکہ طریق شمس
پر سورج کی ظاہری حرکت کو یکساں تصور کیا جائے۔

۹۔ سورج کا صعود مستقیم ۲۱ مارچ، ۲۱ جون، ۲۳ ستمبر، ۲۱ دسمبر کو کیا ہوتا
ہے، جواب ۹۰°، ۱۸۰°، ۹۰°، ۰°

- ۱۰۔ بتاؤ کہ سورج کا میل اور صعود مستقیم ۲۱ اپریل کو کیا ہوگا، جبکہ ان متغیر
کی سالانہ تبدیلیوں کو یکساں تصور کیا جائے۔ جواب ۲۰°، ۲۹°، ۲۰°، ۳۰°
۱۱۔ سوال ۱۰ قبل کے مفروضہ کی بنا پر بتاؤ کہ کس وقت سورج کا صعود

مستقیم ۱۲۰ ہوگا۔ (۲) کس وقت اس کا میل ۱۵ ۳۸ ۴۰ شمال ہوگا۔

جواب (۱) ۲۱ جولائی، (۲) ۲۱ مئی یا ۲۱ جولائی

نوٹ۔ طالب علم کو تسادی کے ذریعہ یا بحری جہتہ کے مطالعہ سے دیکھ سکتا ہے کہ دسویں اور گیارہویں سزاؤں کے جواب مذکورہ بالا تاریخوں پر سورج کے صحیح میل اور محور مستقیم کو تعبیر نہیں کرتے جس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ دوران سال میں ان متغایر میں جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہے۔

۱۲۔ اعتدالوں کے وقت کسی مقام پر طلوع و غروب آفتاب کا وقت کیا ہوگا۔

جواب۔ ۶ بجے صبح اور ۶ بجے شام۔

۱۳۔ سورج کا سمتی زاویہ ۲۱ مارچ کو بدلتا طلوع کیا ہوگا۔

جواب۔ ۹۰

دوسرا باب

زمین

۱۶۔ یہ زمانہ ابتدائی کے تحقیقین بھی جانتے تھے کہ زمین کی شکل تقریباً گروی ہے۔ یہاں ہم چند ایسے دلائل کا سرسری ذکر کریں گے جن سے نتیجہ مذکورہ مستنبط ہوتا ہے اور یہ دلائل حسب ذیل ہیں۔

(۱) سمندر پر جہاز کا شکم پہلے غائب ہو جاتا ہے جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جہاز محدب سطح پر حرکت کر رہا ہے۔

(۲) جب زمین کا نقل چاند کی سطح پر پڑتا ہے تو چاند کا خسوف واقع ہوتا ہے۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ زمین کے ظل کا خط محیط ہمیشہ دائرہ کی ایک قوس ہوتی ہے اور ہم جانتے ہیں کہ کرہ کے سوائے اور کوئی جسم ایسا نہیں ہے جو ہر وضع میں مستدیر ظل ڈال سکے۔

(۳) اس امر کی ایک قاطع دلیل جو مشاہدہ پر مبنی ہے یہ ہے کہ شمالاً جنوباً مساوی فاصلے طے کرنے سے کسی ثابت ستارے کے نصف النہاری ارتفاعوں میں یا قطب مساوی کے ارتفاع میں مساوی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں اور ایسا کبھی واقع ہو نہیں سکتا جب تک کہ یہ فرض نہ کر لیا جائے کہ زمین گول ہے۔

قطب مساوی کی سمت مستقل رہتی ہے

۱۷۔ چونکہ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ قطب مساوی کا فاصلہ زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلہ لا انتہا زیادہ ہے اس لئے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص زمین پر اپنے مقام کو کبھی بدلے تو جو خط (ان مقامات سے قطب مساوی کی سمت میں کھینچے جائیں وہ عملاً ایک دوسرے کے متوازی رہیں گے۔

زمین کا محور۔ زمین کا خط استوا عرض بلد اور طول بلد

زمین کے اس قطر کو جو ہمیشہ قطب مساوی کی سمت کے متوازی رہتا ہے زمین کا محور کہتے ہیں۔

زمین کا محور زمین کی سطح کو دو نقاط پر قطع کرتا ہے جن کو زمین کا قطب شمالی اور قطب جنوبی کہتے ہیں۔

وہ دائرہ کبیر جو زمین کی سطح پر اس طرح کھینچا جائے کہ اس کی سطح زمین کے محور پر عمود ہے زمین کا خط استوا (یا استوائی ارضی) کہلاتا ہے۔

وہ کبیر دائرے جو زمین کے قطبوں میں سے زمین کی سطح پر کھینچے جائیں زمین کے نصف النہار (یا نصف النہار ارضی) کہلاتے ہیں۔ گیر منج نصف النہار کو نصف النہار اولیٰ کہتے ہیں۔ کسی مقام کے عرض البلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خط استوا کے شمال یا جنوب کی طرف مقام مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار پہنچا گیا ہو۔

کسی مقام کے طول البلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو نصف النہار اولین سے شرقاً غرباً ناپا جائے اور اس کی پیمائش اُس زاویہ سے ہوتی ہے جو خط استوا کی اُتس قوس کے مماسی زمین کے مرکز پر بنتا ہے جو کہ مقام مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار اور نصف استوا اولیٰ کے مابین خط استوا پر منقطع ہوتی ہے اظہار ہے کہ یہ زاویٰ فاصلہ شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے پس اگر خط استوا کے متوازی سطح زمین پر کوئی خط کھینچا جائے تو اس پر کے سب مقامات کا عرض البلد ایک ہی ہوگا اور ایک ہی نصف النہار پر کے سب مقامات کا طول البلد ایک ہی ہوگا عرض البلد کو شمالاً جنوباً ۹۰ سے ۹۰ تک ناپا جاتا ہے اور طول البلد کو شرقاً غرباً ۰ سے ۱۸۰ تک۔

کرہٴ مساوی پر کے خط سرطان اور خط جدی کے متناظر خط استوا کے متوازی سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے ہوئے فرض کئے گئے ہیں جن میں سے ایک ۲۸ ۲۳ کے فاصلہ پر شمال کی طرف ہے اور دوسرا اتنے ہی فاصلہ پر جنوب کی طرف۔ ان صغیر دائروں کو بھی بالترتیب خط سرطان اور خط جدی کہتے ہیں۔ اگر قطب شمالی اور قطب جنوبی سے ۲۸ ۲۳ کے فاصلہ پر سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے جائیں تو ان دائروں کو بالترتیب دائرہ بارہ شمالی اور دائرہ بارہ جنوبی کہتے ہیں۔

سطح زمین کا وہ حصہ جو خط سرطان اور خط جدی سے محیط ہوتا ہے منطقہ حارہ کہلاتا ہے اس کی سطح کے وہ حصے جو ایک طرف خط سرطان اور دائرہ بارہ شمالی کے مابین اور دوسری طرف خط جدی اور دائرہ بارہ جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقہ معتدلہ شمالی

اور منطقہ مسند کہ جنوبی کہلاتے ہیں، نیز وہ حصے جو ایک جانب دائرہ بارہ شمالی اور قطب شمالی اور دوسری جانب دائرہ بارہ جنوبی اور قطب جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقہ بارہ شمالی اور منطقہ بارہ جنوبی سے موسوم ہوتے ہیں۔

۱۸۔ کسی مقام پر قطب سکاوی کا ارتفاع مقام مذکور کے عرض بلد کے مساوی ہوتا ہے
فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ مقام دہریہ ہے اب

چونکہ قطب سماوی زمین سے بہت ہی دور ہے اس لئے خط ممق جو زمین کے مرکز م میں سے قطب شمالی کی سمت میں کھینچا گیا ہے وق کے متوازی ہوگا۔ نیزہ مشاہدہ کنندہ کا افق ماسی سطح ادفک تقسیم ہوگا جو م سے کھینچ گئی ہے۔

اب ہمیں صرف یہ ثابت کرنا ہے کہ

ناویہ طہ جو قطب کا ارتقاع ہے قوس
س دا یا ناویہ نہ گئے ساوی ہوگا۔ جو مقام و

کا عرض بلد ہے، چونکہ وق متوازی ہے مہ ق کے اسلئے زاویہ عہ = زاویہ عہ لیکن طہ متمم ہے زاویہ عہ کا اور فہ متمم ہے مہ کا، اسلئے طہ = فہ یعنی قطب کا ارتفاع مقام مذکور کے عرض بلد کے مساوی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص شمالاً جنوباً حرکت کرے تو اس کے عرض بلد میں جو تبدیلی واقع ہوگی وہ قطب کے ارتفاع سے تعبیر ہوگی۔

عرض بلد کے ایک ورجہ کا طول۔ زمین کی جسامت

زمین کی شکل

۱۴۔ زمین کی سطح علیٰ طور پر ایک درجہ کے طول کی پیمائش کرنے میں جیت سی دقیق ہیں۔ زمین کی سطح پر کوئی مقام منتخب کرتے ہیں اور قطب کا ارتفاع مشاہدہ کر لیتے ہیں اس مقام کے عین شمال یا جنوب کی طرف ایک اور مقام لتے فاصلہ پر منتخب کرتے ہیں کہ اس پر قطب کا ارتفاع بقدر ایک درجہ کے زیادہ یا کم ہو جاتا ہے، تب ان دو مقامات کے درمیان نصف النهار

کی قوس کا جو طول منقطع ہوتا ہے اس کو احتیاط سے ناپ لیا جاتا ہے، تجربہ سے اس فاصلہ کی اوسط قیمت $\frac{1}{4}$ ۶۹ میل معلوم کی گئی ہے اور یہ قیمت صرف ایک درجہ کے طول کو تغیر کرتی ہے۔ علاوہ ایک درجہ کے طول کو زمین کی تقریباً بیس مختلف جگہوں پر ناپا گیا ہے اور نتائج میں کچھ زیادہ اختلاف نہیں پایا جاتا۔ زمین کی شکل کے تقریباً گول ہونے کا یہ ایک تصدیقی ثبوت ہے۔

علاوہ ازیں تجربہ سے یہ بھی معلوم ہوا ہے کہ قطبوں کے قریب ایک درجہ کا طول استوا کے قریب کے ایک درجہ کے طول سے نسبتاً بڑا ہے اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ قطبوں کے نزدیک زمین کا انحناء اتنا زیادہ نہیں ہے جتنا کہ استوا کے پاس ہے، بالفاظ دیگر زمین قطبوں پر زیادہ چپٹی ہے۔ درحقیقت زمین کی شکل ایسا ہے جس کے مشابہ ہے جسکو سببی کہہ سکتے ہیں۔ لیکن زمین کی شکل اور کروی شکل میں بہت ہی خفیف اختلاف ہے۔ زمین کے مختلف مقامات پر ایک درجہ کے طول ذیل کی جدول میں درج کیئے جاتے ہیں۔

استوا پر	۶۸۵۷۰۳	میل
عرض بلد ۲۰° پر	۶۸۶۷۸۶	"
" ۳۰° پر	۶۸۷۹۹۳	"
" ۴۰° پر	۶۸۹۳۳۰	"
" ۵۰° پر	۶۹۰۳۸۶	"

اگر ایک درجہ کے طول کو تقریباً $\frac{1}{4}$ ۶۹ میل سے بغیر کیا جائے تو زمین کے محیط اور قطر کی تقریبی قیمتیں حسب ذیل محسوب کی جاسکتی ہیں۔

$$\frac{1}{4} ۶۹ \text{ میل} = ۹$$

$$\therefore ۳۶۰ = ۲۵ \text{ ہزار میل سے کچھ کم} = \text{زمین کا محیط}$$

$$\text{زمین کا قطر} = \frac{۲۵۰۰۰}{۳۷۱۴۱۵۹} = ۸۰۰۰ \text{ میل سے کچھ کم}$$

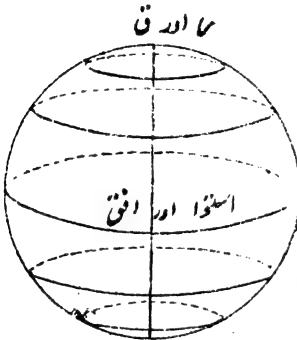
یہ بھی دریافت ہوا ہے کہ زمین کا محوری قطر استوائی قطر سے تقریباً ۲۶ میل کم ہے۔

سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے تیل میں مقام کرنے سے کہہ سہاوی کے نظارے

۲۰۔ اگر کوئی شخص خط استوا کے شمال کی طرف کے کسی مقام سے روانہ ہوا وہ مقام مذکور کے

نصف النہار پر شمال کی طرف حرکت کرے تو جوں جوں اس کا عرض بلد بڑھتا جائیگا قطب سماوی کا مقام آسے بتدریج اونچا ہوتا معلوم ہوگا (دیکھو نمبر ۱۸) اگر وہ قطب شمالی پر پہنچ سکے تو قطب سماوی اس کو عین اوپر نقطہ راس پر دکھائی دینگا اور اس کا افق استوا کے مساوی پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۷)

نیز آسے سب ستارے افق کے متوازی چھوٹے دائروں میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ لہذا وہ سب ستارے جو اس کو دکھائی دیتے ہیں ابدی منظور



ستارے ہونگے۔ اور وہ ستارے جو استوائی مساوی کے جنوب کی طرف واقع ہیں کبھی نظر نہیں آئینگے۔

پس قطب شمالی پر کھڑا ہو کر شاہد کنندہ کل آسمان کے نصف حصہ سے زیادہ کبھی نہ دیکھ سکے گا۔ اور

اس نصف کا کوئی حصہ اس کی نظر سے اوجھل نہ ہوگا۔ اس قسم کے کرہ سماوی کو متوازی کرہ کہتے ہیں۔

چونکہ نصف سال ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک شیج شکل ۷ - متوازی کرہ شاہد کنندہ زمین کے قطب خط استوا کے شمال کی طرف رہتا ہے اس لیے وہ

اس عرصہ میں شاہد کنندہ کے افق سے اوپر دکھائی دینگا۔ چھ مہینے کے اس دوران میں وہ ہر چوبیس گھنٹے میں آسمان پر ایک دور پورا کرتا ہوا معلوم ہوگا اور اگر سورج کے میل میں بتدریج

تبدیلی نہ واقع ہوتی رہتی تو اس کا یہ دورانی کے متوازی رہتا۔ اس موقع پر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع ۲۱ درجن کے قریب ہوگا اور ۲۳ ۲۸ کے مساوی ہوگا۔ دوسرے چھ ماہ میں

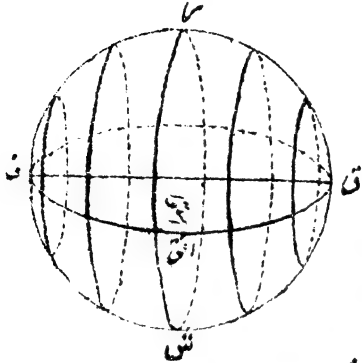
سورج افق کے نیچے رہتا ہے اور ۲۱ دسمبر کو افق کے نیچے ۲۳ ۲۸ پر پہنچتا ہے۔ پس

قطب شمالی پر دن اور رات دونوں چھ ماہ کے طول کے ہوتے ہیں لیکن اس چھ ماہ کی رات کا معتدبہ حصہ شفق پر مشتمل ہوتا ہے۔

مشاہدہ کنندہ خط استوا پر

اب فرض کرو کہ شاہد کنندہ جنوب کی سمت میں حرکت کرنا شروع کرے۔ اسے معلوم ہوگا کہ قطب سماوی بتدریج نیچا ہوتا جاتا ہے اور جب بالآخر وہ خط استوا پر پہنچتا ہے تو قطب سماوی عین افق میں دکھائی دیتا ہے اور عین نقطہ شمال پر منطبق ہوتا ہے۔ نیز جنوبی

قطب مساوی عین نقطہ جنوب پر منطبق ہوتا ہے۔ پس اس صورت میں استوائی مساوی اس کے



نقطہ راس اور نظیر الراس میں سے گزرتا ہے، اس کے افق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے اور اول السموت پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ شکل ۸)

چونکہ ستاروں کے ظاہری یومیہ راستے استوائی مساوی کے متوازی ہوتے ہیں اس لیے یہ سب راستے افق سے علی القوائم ملیں گے اور اس پر دو مساوی حصوں میں تقسیم ہو جائیں گے

پس ستارے جتنا وقت افق سے اوپر ہیں گے شکل ۸۔ قائم کو مشابہہ کنندہ استوا پر ہے اتنا ہی وقت افق سے نیچے رہیں گے۔ لہذا کوئی ستارہ ابدی الظہور نہیں ہوگا بلکہ ہر ایک ستارہ تقریباً بارہ گھنٹے افق سے اوپر دکھائی دیکھا۔ نیز ظاہر ہے کہ خط استوا پر تمام سال میں دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں

چونکہ افق ستاروں کے یومیہ راستوں کی زاویہ قائمہ پر نصف کرہ ظاہری اس لیے اس کرہ کو قائم کرہ کہتے ہیں۔

اسی طرح سے جنوبی نصف کرہ میں جوں جوں جنوبی عرض بلد بڑھتا جاتا ہے جنوبی قطب مساوی کا ارتفاع بھی زیادہ ہوتا جاتا ہے۔

مشابہہ کنندہ حیدر آباد کے عرض بلد کے قریب چونکہ حیدر آباد کا عرض بلد تقریباً ۱۷° ۱۷' درجہ شمال ہے اس لیے قطب مساوی کا ارتفاع ق ف = ۱۷° (دیکھو شکل ۳)

ستاروں کے ظاہری یومیہ راستے افق سے ماثل طور پر ملتے ہیں۔ بعض ستارے ابدی الظہور ہیں اور بعض طلوع و غروب ہوتے ہیں۔ نیز بعض ستارے جن کے میل جنوبی ہیں اپنی یومیہ گردش کے دوران میں تقویراً عرصہ نظر آتے ہیں۔ موسم گرام میں سورج کا ظاہری یومیہ راستہ استوا سے شمال کی طرف دائرہ الج ب سے تغیر ہوتا ہے۔ اس راستہ کا نصف سے زیادہ حصہ افق سے اوپر کی طرف ہے لہذا موسم گرام میں دن لمبے اور راتیں چھوٹی ہوتی ہیں۔ برعکس اس کے سرمایہ جیکہ سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے

دن چھوٹے اور راتیں لمبی ہوتی ہیں۔

اس محل میں کرہ کو کرہ مائل سمجھتے ہیں۔

زمین کی یومیہ گردش

۲۱۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ آسمان مشرق سے مغرب کی طرف حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے۔ اسکی یہ ظاہری حرکت درحقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرنے کی وجہ سے معلوم ہوتی ہے۔ یہ بات ذیل کے امور پر غور کرنے سے واضح ہو جاتی ہے

(۱) سہولت اور آسانی کے لحاظ سے

(۲) مطابقت کی رو سے

(۳) مرکز جاذبہ کی رو سے

(۴) ایک بلند مینار کی چوٹی پر سے کوئی جسم گرانے کے تجربہ سے

(۵) فو کو (Foucault) کے رقص کے تجربہ کی رو سے

پہلے تین امور ان دلائل پر مشتمل ہیں جن سے زمین کا گردش کرنا نہایت اعلیٰ معلوم ہوتا ہے لیکن (۳) اور (۴) اس کی گردش کے تجربی ثبوت ہیں۔

آسانی کی رو سے۔ کوپرنیکس کے وقت میں زمین کی گردش کے متعلق صرف یہی ایک دلیل تھی کہ اس کا گردش کرنا زیادہ آسان اور بناءً علیہ زیادہ اعلیٰ ہے نسبت اس امر کے کہ تمام ستارے اور اجرام فلک ایک دوسرے کے ساتھ اس قدر پیچیدہ طریقہ پر متعلق ہوں کہ ان میں سے ہر ایک قطب سماوی کے گرد ایک ہی مدت میں اپنی حرکت کو مکمل کرے۔

مطابقت کی رو سے۔ بعد میں دور مینول کی ایجاد (۱۶۰۹) سے ایک مزید دلیل حاصل ہو گئی۔ دور بین کی مدد سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ بہت سے سیارے اور نیز سورج اور چاند کو دی اجسام ہیں جو اپنے محوروں کے گرد گھومتے ہیں، اس سے ہم نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ زمین بھی غالباً گھومتی ہے۔

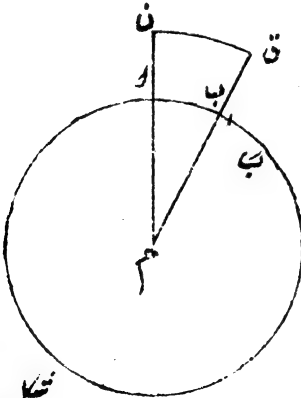
مرکز جاذبہ کی رو سے۔ دیگر ستارے تو درکنار اگر یہ فرض کیا جائے کہ سورج اور سیارے گردش کر کے ایک دن جیسے قلیل عرصہ میں اتنے بڑے نصف قطر والے دائرے بناتے ہیں تو ان کو دائرہ ذکر کی ماسی سمت میں مکمل جانے سے باز رکھنے کے لئے ان پر

ان دائروں کے مرکز کی طرف لا انتہا قوت بگانے کی ضرورت ہوگی۔
 کیونکہ ہم علم چل سے جانتے ہیں کہ اگر کم کمیت کا ایک جسم در قطر والے ایک دائرہ
 کے گرد اس طرح حرکت کر رہا ہو کہ اس کے دور کا وقت اتنا ہو تو اس کو اس مستدیر
 راستہ پر قائم رکھنے کے لئے دائرہ مذکور کے مرکز کی سمت میں جو قوت لگانی پڑے گی وہ ذیل
 کے ضابطہ سے محسوب ہوگی۔

$$ق = م \times \frac{۲\pi r}{ت}$$

لیکن صورت زیر بحث میں زمین بڑا ہے اور ت بہت چھوٹا ہے لہذا ق لا انتہا بڑا ہوگا۔
 لیکن جہاں تک ہمیں معلوم ہے کوئی جسم اتنی بڑی کشش پیدا نہیں کر سکتا پس سورج
 اور سیاروں اور نیز دیگر ستاروں کو حرکت کرنے ہوئے فرض کرنا ایک ہنایت بعید از قیاس
 مفروضہ معلوم ہوتا ہے۔

گرنے والے اجسام کے ذریعہ تجربی ثبوت
 ۲۲۔ نیوٹن پہلا شخص تھا جس نے یہ بتایا کہ اگر زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی
 ہے تو ایک جسم کو جو زمین کی سطح پر ٹہری بلندی سے گرایا جائے خط انتصابی سے مشرق
 کی طرف گزرا جائے۔



تخل (۹)

فرض کرو کہ جسم مذکور مقام ن سے جو
 ایک مینار کا بالاترین نقطہ ہے اچھے گرایا گیا
 ہے۔ ن ا م ایک انتصابی خط ہے
 جو ن سے کھینچا گیا ہے اور زمین کے مرکز
 م میں سے گزرتا ہے۔ اب اگر ن ق
 اس قوس کو تعبیر کرے جو جسم کے گرنے کے
 دوران میں مینار کی چوٹی ترسم کرتی ہے، تو
 اب اس قوس کو تعبیر کرے گا جو اسی دوران

میں مینار کا پائین ترسم کرتا ہے۔ نیز چونکہ اب ملول میں ن ق سے کم ہے اس لیے
 ظاہر ہے کہ چوٹی ملول کی رفتار پائین کی رفتار سے زیادہ ہے۔ اب جسم کی رفتار مشرق کی طرف

عین کرنے کے وقت وہی تھی جو مینار کی چوٹی کی تھی اور چونکہ یہ رفتار جو مینار کے پائین کی رفتار سے زیادہ ہے ہوا میں گرنے کے دوران میں بھی جسم کے اندر ویسے ہی موجود رہتی ہے اس لیے یہ اس مرکز کا باعث ہوگی کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرے۔ پس اگر ہم ایک کو ن ق کے مساوی قطع کریں تو ب مینار کو مرکز کے پائین کے مقام کو تغییر کرے گا اور بس وہ نقطہ ہوگا جہاں جسم زمین پر گرے گا۔

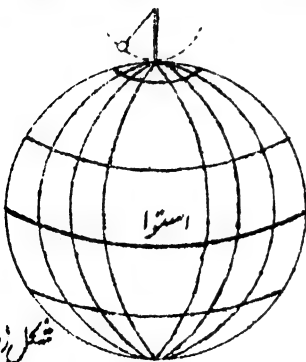
اگر ہم کسی بلند مینار سے ایک جسم کو گرائیں اور ہمیں تجزوی طریق پر یہ معلوم ہو کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرا ہے تو اس مشاہدہ کی تشریح اور توجیہ ہم صرف اسی مفروضہ کی بنا پر کر سکتے ہیں کہ زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے۔

بائیں ہم تجربہ کو اس طرح ترتیب دینا جس سے قطعی نتیجہ حاصل ہو سکے بہت مشکل ہے، اسکی وجہ یہ ہے کہ ہر حالت میں مینار کی بلندی زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں بہت چھوٹی ہوگی اور لازماً یہ مشرقی ہٹاؤ نہایت قلیل ہوگا۔ بولوں اور بامبورگ میں یہ تجربہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ ۲۵۰ فٹ کی بلندی پر سے گرنے میں ہٹاؤ $\frac{1}{16}$ انچ سے زیادہ نہیں تھا۔

رقاص کے تجربے

زمین کے حرکت کرنے کا تجربی ثبوت جسکو ویل قاطع کے طور پر تصور کرنا چاہیے پہلے پہل ۱۸۵۱ء میں پیرس میں فوکو نے پیش کیا اور بعد ازاں بہت سے دیگر ماہرین نے اس پر مبرہنہ تصدیق ثبت کی۔

اس مسئلہ کی مالہ و ما علیہ بحث کرنے سے پہلے ہم فرض کریں گے کہ زمین فی الحقیقت



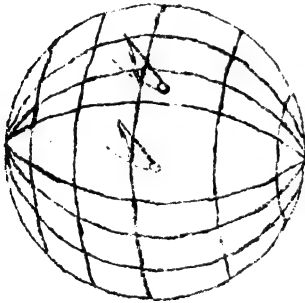
شکل (۱۰)

مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے اور پھر دیکھیں گے کہ اس حرکت کا اس رقا ص پر جو قطب شمالی پر چھوٹی رہا ہو کیا اثر ہونا چاہیے۔ از روئے علم حاصل ہم جانتے ہیں کہ اگر رقا ص کو تھ جاذبہ کے زیر اثر چھو لے تو اس کے استراز کی سطح مستوی کا مقام فضا میں وہی رہے گا کیونکہ رقا ص کو اس سطح سے الگ کرنے کے لیے اتنی

کوئی قوت عمل نہیں کر رہی ہے۔

پس اگر یہ ممکن ہو کہ ہم قطب شمالی پر ایک رقاص کو جھلا سکیں تو مشاہدہ کنندہ اور نیزہ سطح
مستوی جس میں وہ کھڑے زمین کی حرکت کی وجہ سے رقاص کے اہتزاز کی سطح مستوی کے گرد
حرکت کرے گی اور ۳۶۰ کا پورا دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۷ سیکنڈ میں مکمل کر لے گی۔ لیکن چونکہ
مشاہدہ کنندہ اپنی حرکت اور نیزہ اپنی سطح مستوی کی حرکت سے قطعاً بے خبر ہے اس لئے اس کو
ایسا معلوم ہوگا کہ رقاص کی سطح مستوی مخالف سمت میں حرکت کر رہی ہے اور پورا دور ۲۳
گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۷ سیکنڈ میں مکمل کر لیتی ہے۔ (دیکھو شکل ۱۰)

برعکس اس کے اگر رقاص کو خط استوا پر جھلا یا جائے تو اہتزاز کی سطح مستوی مع
مشاہدہ کنندہ اور زمین کی سطح پر کے اشیائے گرد و پیش سب کے سب ایک ہی مشترک
حرکت سے بہرہ یاب ہو کر گردش کرینگے (دیکھو شکل ۱۱)



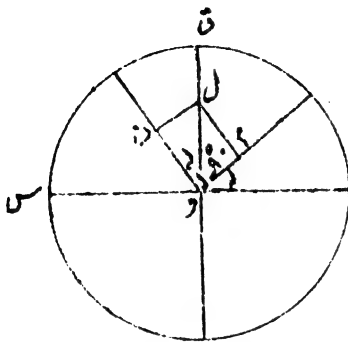
خط استوا اور قطب کے درمیان کسی مقام
پر رقاص کے قریب کی زمین کے وہ حصے جو
خط استوا کے قریب نہیں مشرق کی طرف زیادہ
رفتار سے گردش کرینگے بنسبت ان حصوں کے
جو قطب کے زیادہ نزدیک ہیں۔

پس مشاہدہ کنندہ کی سطح مستوی حقیقت
رقاص کے نیچے گردش کرتی ہے یا بالفاظ دیگر

شکل (۱۱)

رقاص کے اہتزاز کی سطح مستوی بالفاظ مشاہدہ کنندہ اور ارد گرد کی اشیاء کے مقابل سمت
میں گردش کرتی معلوم ہوتی ہے۔ جوں جوں ہم استوا کے نزدیک آتے جاتے ہیں رقاص
کی ظاہری گردش کا وقت تدریجاً بڑھتا جاتا ہے اور بالآخر جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں عین
استوا پر اہتزاز کی سطح مستوی میں کوئی تبدیلی واقع ہوتی معلوم نہیں ہوتی۔

اگر یہ مان لیا جائے کہ زمین گردش کرتی ہے تو یہ ثابت کرنا آسان ہے کہ ایک
ایسے مقام پر جس کا شمالی یا جنوبی عرض بلد نہ ہو۔ رقاص کی ظاہری گردش کا وقت
تو کم نہ ہوگا جہاں تا زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے کے وقت کو
تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۱۲

فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کی سمت وم
ہے۔ ق زمین کا شمالی یا جنوبی قطب ہے
س ق خط استوا ہے اور لہ مشاہدہ کنندہ
کا عرض بلد ہے۔

اب زمین وق کے گرد ۳۶۰ میں سے
وقت کی ت اکائیوں میں گھومتی ہے
پس وقت کی ایک اکائی میں یہ $\frac{۳۶۰}{۲۴}$
میں گھومتی ہے، اب $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ اکائی وقت

کی یہ زاوی رفتار ود علی القوائم سمتوں میں دوا جزائے ترکیبی میں تحلیل ہو سکتی ہے کیونکہ
ہیں از روئے علم حرکت معلوم ہے کہ گردش محوری کو بعینہ قوتوں کی مانند تحلیل کیا
جاسکتا ہے۔ پس اگر ہم وق کے گرد $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ کی زاوی رفتار کو وق پر کے ایک طول
ول سے تعبیر کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ گردش ان دو گردشوں سے تعبیر ہوتی ہے ایک اس
گردش سے جو مشاہدہ کنندہ کے مقام میں سے گزرنے والے قطر کے گرد فرض کی جائے اور
جو دم سے تعبیر ہوتی ہے اور دوسری وہ جو اس سمت کے علی القوائم قطر کے گرد فرض کی جائے
اور جو ون سے تعبیر ہوتی ہے۔ لیکن

وم = ول جم (۹۰ - ل) = ول جب لہ
پس لہ مشاہدہ کنندہ کو ابتر از ی رفتار س کی سطح مستوی فی اکائی وقت $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ جب لہ
زاویہ میں سے گھومتی معلوم ہوگی، لہذا تکمیل دور کا وقت

$$= \frac{۳۶۰}{\frac{۳۶۰}{۲۴} \text{ جب لہ}} = \frac{۲۴}{\text{جب لہ}} = \text{ت قم لہ}$$

$$= (۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۰ سیکنڈ) \times \text{قم لہ}$$

فوکو کا تجربہ

۲۴ - فوکو نے ایک بھاری لہرے کا گولایا اور اسکو ایک ۲۰۰ فٹ لمبے تار کے ذریعہ
پین تھیلوں (پیرس کے ایک کرسچے) کی چھت سے لٹکا دیا۔ پھر اس کے نیچے ریت کی

ایک گول مونڈیر اس طرح بنا دی کہ گولے کے اہتزاز سے ایک سوئی جو گولے کے پینڈے سے ساتھ لگی ہوئی تھی ریت میں نشان بنا سکے۔ پھر ایک رسی کے ذریعہ گولے کو ایک طرف کھینچ لیا گیا اور جب گولا ساکن ہو گیا تو رسی جلا ڈالی گئی تاکہ گولا عین ایک سطح مستوی میں حرکت کر سکے۔

ایسا کرنے سے معلوم ہوا کہ گولے کے اہتزاز سے ریت میں جو نشان بنتے تھے وہ ایک دوسرے پر عین منطبق نہیں ہوتے تھے بلکہ رقاص کی سطح مستوی سمت ساعت کے موافق تبدیلی گھومتی ہوئی معلوم ہوتی تھی دراصل واقع یہ تھا کہ تمام کا تمام گرجا مع ریت اور مشاہدہ کنندہ کے مخالف سمت میں گھوم رہا تھا۔

اس بڑے طول (۲۰۰ فٹ) کا تار اس لئے استعمال کیا گیا ہے کہ رقاص بہت آہستہ سے حرکت کرے اور ہوا سے بہت کم مزاحمت پیدا ہو سکے۔ جس سے اس کی حرکت دیر قائم رہ سکے۔ لیکن تار سے مدت اہتزاز کے بڑھ جانے کی وجہ یہ ہے کہ کسی رقاص کی مدت اہتزاز رقاص کے طول کے جذر کے تناسب ہوتی ہے۔ یعنی

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

پس رقاص کا طول جس قدر زیادہ رکھا جائے اتنی ہی ایک اہتزاز کی مدت زیادہ ہوگی۔ اگر پیرس میں ایک رقاص کے اہتزاز کو اتنی دیر تک قائم رکھنا ممکن ہو جب تک کہ اس کی سطح مستوی ایک گردش پوری کرے تو معلوم ہوگا کہ گھنٹیں ۳۴ کے لئے ۳۳ حصے کا وقفہ درکار ہوتا ہے۔

ہم اس تجربی مشاہدہ کی توجیہ کسی اور بنا پر نہیں کر سکتے سوائے اسکے کہ زمین ایک محور کے گرد گردش کرتی ہے اور چونکہ خط استوا پر کوئی تبدیلی رونما نہیں ہے اس لئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ یہ محور خط استوا پر عمود وار ہے۔

بہت سے اور بھی مناظر ہیں جو صرف زمین کی گردش کی بنا پر قابل توجیہ ہیں، مثلاً تجارتی ہوائیں اور سمندر کی بعض مختلف روئیں، اسی طرح سے گردباد و جرجوبی نصف کرہ میں سمت ساعت کے موافق اور شمالی نصف کرہ میں سمت ساعت کے مخالف گھومتے ہیں۔

مشقیں

۱۔ وہ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں ۲۴ گھنٹے کا دن یا ۲ گھنٹے کی رات ہو سکے۔
جواب ۶۶ ۳۲ شمال یا جنوب۔

۲۔ ۶۶ ۳۲ شمال و جنوب پر سطح زمین پر کے دائروں کے کیا نام ہیں۔ دائرہ بار شمالی و جنوبی۔

۳۔ وہ بڑے سے بڑا عرض بلد شمالی یا جنوبی کیا ہے جہاں دوپہر کے وقت سورج عین سر کے اوپر ہو سکتا ہے۔
جواب ۶۳ ۲۸

۴۔ اس مقام کا عرض بلد کیا ہے جس کے لئے استوائی مساوی اور افق منطبق ہوں۔
جواب ۹۰ قطبوں پر

۵۔ اس مقام کا عرض بلد دریافت کرو جہاں طریق الشمس افق پر منطبق ہو۔ جواب ۶۶ ۳۲

۶۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ شہر دہلی میں کبھی بھی سورج عین سر کے اوپر دکھائی نہیں دیتا۔

۷۔ اگر ۳۰ کے عرض بلد پر ایک رفاص کو جھلایا جائے تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں رفاص پڑی گردش کی تکمیل کرے گا۔

$$\text{یہاں ت} = (۲۳ \text{ گھنٹے } ۵۶ \text{ منٹ}) \times ۳۰ \text{ قم}$$

$$= (۲۳ \text{ گھنٹے } ۵۶ \text{ منٹ}) \times ۲$$

$$= ۴۷ \text{ گھنٹے } ۵۲ \text{ منٹ}$$

۸۔ بتاؤ کہ سطح زمین کے کس مقام پر کوئی جسم بلندی سے گرایا جائے اور وہ مشرق کی طرف ہلکے کرے۔
جواب قطبوں پر

۹۔ اگر ایک شخص مشرق کی طرف روانہ ہو کر وہ زمین کے گرد سفر کرے تو اختتام سفر پر اسے معلوم ہوگا کہ اس کا ایک دن بچ گیا ہے اور برعکس اس کے اگر وہ مغرب کی طرف سفر کرے تو ایک دن کم پڑ گیا ہے، اس امر کی توجیہ کرو۔

۱۰۔ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ کرہ زمین کا نصف قطر ۳۰۰۰ میل ہے تو بتاؤ کہ ایک شخص شمال کی طرف کتنے میل سفر کرے کہ قطب مساوی کا ارتفاع ۱۰ ہو جائے۔

$$\text{یہاں } ۱ = \frac{۳۰۰۰ \times ۳۰۰۰ \times ۱۴۱۵۹ \times ۲}{۳۶۰}$$

$$\therefore ۱ = \frac{۱۰ \times ۳۰۰۰ \times ۳۰۰۰ \times ۱۴۱۵۹ \times ۲}{۳۶۰} = ۶۹۸۰۱۳ \text{ میل}$$

تیسرا باب

رصد گاہ

ہیئت گھڑی

۲۵۔ باب اول میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ستارے قطب سماوی کے گرد یکساں رفتار سے اپنی ظاہری گردش کو جس مدت میں پورا کر لیتے ہیں وہ سورج کی ظاہری یومیہ گردش کی مدت سے تقریباً ہم منت کم ہے، موزن الذکر عرصہ (یا جسے زیادہ صحت کے ساتھ دوران سال میں اس عرصہ کی اوسط قیمت کہنا چاہیے) معمولی یوم تصور ہوتا ہے اور اوسط یوم شمسی سے یومیوم ہے۔ پھر اسکو ۲۴ اوسط شمسی گھنٹوں میں تقسیم کرتے ہیں۔

اسی طرح سے وہ مدت جو ثابت ستاروں کو قطب کے گرد اپنی گردش کے مکمل کرنے میں صرف ہوتی ہے کو کبھی یوم کہلاتی ہے اور یوم شمسی کی طرح ۲۴ کو کبھی گھنٹوں میں منقسم ہوتی ہے جن کا شمار اسے ۲۴ تک کیا جاتا ہے۔ پس

۲۴ کو کبھی گھنٹے = اوسط شمسی وقت کے ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ۔

ہیئت گھڑی کی رفتار ایسی ہوتی ہے کہ اس سے کو کبھی وقت ظاہر ہوتا ہے اور چونکہ کو کبھی دن اس وقت شروع ہوتا ہے جبکہ اس الحمل نصف النہار پر ہوا اس لئے اس وقت گھڑی، گھنٹے، منٹ، سیکنڈ پر ہونی چاہیے۔ اب یہ گھڑی ۲۴ تک کو کبھی گھنٹے ظاہر کرے گی اور اس وقفہ کے بعد دوسرا مردار ق ہوگا۔

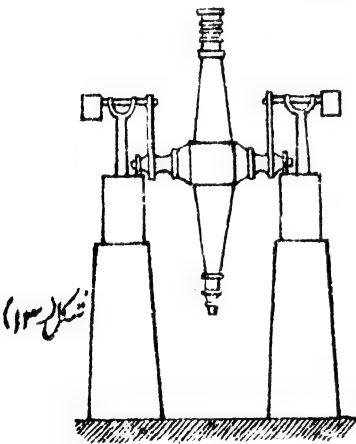
تقریب - پس کسی آن میں کو کبھی وقت سے وہ وقفہ تعبیر ہوتا ہے جو اس الحمل کے گذشتہ مردار سے لیکر آن مذکور تک گزرا ہو جبکہ اس وقفہ کو کو کبھی گھنٹوں منٹوں وغیرہ میں بیان کیا جائے۔

چونکہ اجرام فلکی کے صعود مستقیم اس الحمل سے استوار پر مشرق کی طرف ناپے جاتے ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ وہ ستارے جن کا صعود مستقیم کم ہے ان ستاروں کی نسبت

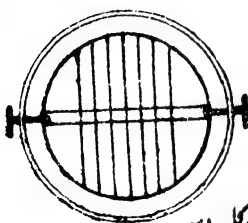
جن کا صعود مستقیم زیادہ ہے جلد نصف النہار پر آجائیں گے۔ دراصل صعود مستقیم کے ۳۶ کو کبھی گھنٹوں کے متناظر ہوتے ہیں ایک کو کبھی گھنٹہ ۱۵ کو تعبیر کرتا ہے۔ لہذا صعود مستقیم کو درجوں میں ظاہر کرنے کی بجائے وقت میں بھی ظاہر کر سکتے ہیں اور موخر الذکر بیان پہلے بیان کو ۱۵ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ پس ہم کسی جرم فلکی کے صعود مستقیم کی تعریف یوں بھی کر سکتے ہیں کہ یہ جرم مذکور کے نصف النہار سے گزرنے تک کے کبھی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔ کسی آن میں لاس الحمل (دیکھو دفعہ ۱۴) کا ساعتی زاویہ جسے ۱۵ پر تقسیم کرنے سے وقت میں تحویل کر سکتے ہیں۔ صرفاً آن مذکور میں کو کبھی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔

آلہ مرور

۲۶۔ یہ آلہ کسی جرم فلک کے نصف النہار سے گزرنے کی ٹھیک آن معلوم کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اس میں ایک دوربین ہوتی ہے جو افقی محور کے ساتھ استوار طور پر بیویستہ ہوتی ہے۔ اس افقی محور کے سروں پر استخوانہ کی شکل کی مساوی قطر کی دو چولیس لگی ہوتی ہیں جو پتھر کے دو مستحکم پشتوں میں جڑے ہوئے دو خانوں کے اندر حرکت کرتی ہیں۔ اس غرض کے لئے کہ خانوں پر چولوں کے دباؤ کو کم کر کے چولوں اور خانوں کو گھسنے سے محفوظ رکھا جائے دوربین کے وزن کا بڑا حصہ دوربین کی مدد سے سہارا ہوا ہوتا ہے جن میں سے ہر ایک کے ایک سر سے پرو وزن بندھا ہوتا ہے اور دوسرا سر استاذکہ بالا چولوں کے ساتھ بیویستہ ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۳)۔



شکل (۱۳)



شکل (۱۴)

دوربین کے دہانہ کے صدر ماسک کی سطح مستوی میں پانچ یا سات یا اس سے زیادہ نہایت باریک انتصابی تاروں کا جو کہ ایک دوسرے سے مساوی فاصلہ پر لگے ہوتے ہیں ایک جال سا بنا ہوتا ہے۔ ان تاروں پر عمود وار دو اور نہایت باریک افقی تار ہوتے ہیں اور میدان منظر

کے اندر کسی ستارے یا دوسرے جرم فلکی کا راستہ ان تاروں کے عین پیچوں پر ان کے متوازی ہوتا ہے۔

چونکہ دہانہ کا صدر ماسکہ اسی سطح مستوی میں ہے جس میں تار تے ہوئے ہیں اس لئے تار اور وہ ستارہ جس کا ہم مشاہدہ کر رہے ہیں دونوں بہ آن واحد دکھائی دے سکتے ہیں آگ کو ٹھیک وضع میں ترتیب دینے کے لئے تاروں کے اس جال کو پیچوں کے ذریعہ مختلف سمتوں میں حرکت دے سکتے ہیں۔ جب آگ مذکور رات کے وقت استعمال کیا جاتا ہے تو تاروں کو روشن کرنا ضروری ہوتا ہے ایسا کرنے کے لئے ایک اسطوانی چیل کے مقابل ایک لمپ رکھ دیا جاتا ہے جسکی روشنی آئینوں کے ذریعے نلی میں سے گزر کر تاروں پر منعکس ہوتی ہے۔

مشاہدہ کنندہ کا مقصد یہ ہوتا ہے کہ دور بین کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ انضامی تاروں کا وسطی تار جہاں تک ممکن ہو نصف النہار پر منطبق ہو۔ پس کسی ستارہ کے نصف النہار کو عبور کرنے کا وقت ستارہ مذکور کے اس تار پر سے گزرنے کے وقت کو ہتھی گھڑی میں مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے لیکن چونکہ ایک تار کے عبور کرنے کے وقت کو مشاہدہ کرنے میں غلطی کا احتمال ہمیشہ باقی رہتا ہے اس لئے عموماً ستارہ استعمال کئے جاتے ہیں اور ہر ایک تار پر سے عبور کرنے کے وقت کو مشاہدہ کر کے سب اوقات کا اوسط نکال لیا جاتا ہے، یہ وقت ایک مشاہدہ کے وقت سے زیادہ صحیح ہو گا کیونکہ مشاہدہ کنندہ کے بعض اوقات عجالت کرنے اور بعض اوقات تاخیر کرنے سے جن مثبت اور منفی اغلاط کے وقوع کا احتمال ہو سکتا ہے وہ اس عمل سے دور ہو جاتی ہیں۔

خط توازی گری۔ جب دور بین کے دہانہ کے صدر ماسکہ پر کسی شے کا خیال بنتا ہے تو دور بین کے اندر یہ خیال جس سمت میں نظر آتا ہے وہ سمت وہی ہوتی ہے جس میں کہ یہ شے برہنہ آنکھ سے درحقیقت دکھائی دیتی ہے۔ یہ خط جس میں کہ دور بین سے

اس باب کے بعض حصوں میں اختصار کی غرض سے واقعی تاروں کی بجائے صرف ایک افقی تار کا ذکر کیا گیا ہے، اس تار کو مذکور بالا تاروں کے درمیان لگا ہوا فرض کرنا چاہیے۔

شے مذکور نظر آتی ہے خط توازی گری کہلاتا ہے عملی طور پر اس کی تعریف یوں بھی کی جاسکتی ہے کہ کسی دور بین کے خط توازی گری سے وہ خط مراد ہے جو دبانہ کے مناظری مرکز کو بیچ کے انحصائی تار کے اس وسطی نقطہ سے وصل کرتا ہے جو انقی تاروں کے عین درمیان واقع ہے۔

توازی گری، افقیت یا لیول کی اور انحرافی خطائیں اور انکے لحاظ سے آلہ کی ترتیب

۲۷۔ ہر آلہ مرور کی ٹھیک ترتیب کے لئے ذیل کے تین شرائط کی تکمیل ضروری ہے۔

(۱) خط توازی گری دور بین کے محور گردش پر عمود وار ہونا چاہیئے۔

(۲) محور گردش افق کے متوازی ہونا چاہیئے۔

(۳) افقی محور کی سمت مشرقاً غرباً ہونی چاہیئے اور بناءً علیہ خط توازی گری کی سمت شمالاً جنوباً ہونی چاہیئے۔

پس شرائط بالا کے متناظر ہر آلہ میں تین طرح کی خطائیں ہوتی ہیں:-

(۱) خطائے توازی گری (۲) لیول کی خطا (۳) انحرافی خطا اور ان کو رفع کرنے کے لئے ہمیں ان کی مناسبت سے آلہ کو تین طرح سے ٹھیک کرنا پڑتا ہے۔

خطائے توازی گری

خط توازی گری اور دور بین کے محور کا درمیانی زاویہ، زاویہ قائمہ سے جب قدر کم ہو اس کو خطائے توازی گری کہتے ہیں۔

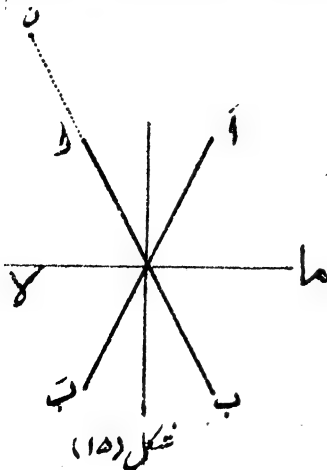
فرض کرو کہ لامبا دور بین کی گردش کے محور کو تعمیر کرتا ہے اور اب خط توازی گری ہے جو لامبا پر عمود وار نہیں ہے۔

نیز فرض کرو کہ دور بین کسی دور کی شے یا زمین پر کے کسی نشان کے مقابل لگائی گئی

ہے اور ن شے مذکور کا وہ نقطہ ہے جو

انحصائی تار کے وسط پر منطبق ہوتا ہے۔

اب دور بین کو مع گردش کے محور کے اس



طرح الٹ دو کہ دائیں طرف کی چوٹی بائیں طرف کے خانہ میں بیٹھ جائے اور بائیں طرف کی اٹھن خانہ میں اگر نقطہ ن اسب بھی بیچ کے انتصابی تار کے وسط پر منطبق ہو تو سمجھ لینا چاہیئے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے ورنہ وورمین الٹ دینے کے بعد دوسرے مقام ڈا ب پر آجائے گی اور عمودی سمت کے ساتھ دوسری جانب اتنا ہی زاویہ بنائے گی۔ اس صورت میں خطائے توازی گری ڈا ب اور ڈا ب کے درمیانی زاویہ کے نصف سے تعبیر ہوگی۔

اس غلطی کی تصحیح کے لئے پیچوں کے ذریعہ انتصابی تاروں کو اس طرح حرکت دینا چاہیئے کہ وسطی تار وورمین کو الٹنے سے پہلے اور بعد میں ایک ہی نقطہ پر منطبق ہو اس طرح سے آلہ کو ٹھیک کر لینے کے بعد ہم جانتے ہیں کہ خط توازی گری آسمان میں ایک دائرہ کبیر کو مرسم کرتا ہے۔ باقی ماندہ دو خطوں کی تصحیح کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ یہ دائرہ کبیر نصف النہار پر منطبق ہو جائے۔

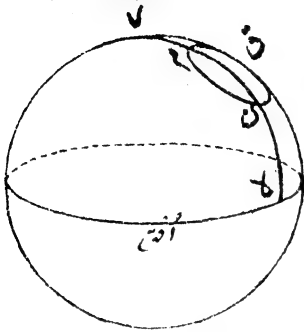
خطائے اقصیت

۲۸۔ یہ خط گردش کے محور کے متوازی الافق نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے اس تصحیح کے لئے ایک افق نامے کام لیا جاتا ہے جو اتنا لمبا ہوتا ہے کہ محور کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک پہنچ سکے اس آلہ کو انگڑوں کے ذریعہ چمچور پر لگے ہوتے ہیں لٹکا دیتے ہیں اور اگر حباب کا مقام اس سے متصل ایک سیارہ پر پڑھ لیتے ہیں پھر افق نامی سمت کو بدل کر دیکھتے ہیں کہ حباب مذکور کے مقام میں کوئی تبدیلی تو نہیں ہوتی، اگر حباب اسی مقام پر ہے تو سمجھ لینا چاہیئے کہ وورمین کا محور متوازی الافق ہے ورنہ محور کے سروں کو پیچوں کے ذریعہ حسب ضرورت اونچا نیچا کر کے محور کو متوازی الافق بنا لینا چاہیئے۔

اس تصحیح کے بعد ہم جان سکتے ہیں کہ خط توازی گری محض ایک کبیر دائرہ ہی نہیں بنانا بلکہ یہ کبیر دائرہ نقطہ راس میں سے گزرتا ہے یا بالفاظ دیگر انتصابی ہے۔

اخزانی خط یا سمت کی خطا

۲۹۔ یہ خط خط توازی گری کی سمت عین شمالاً جنوباً نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے اس لئے بیچ کا انتصابی تار نصف النہار پر منطبق نہیں ہوگا بلکہ کسی اور انتصابی خط مثلاً شمالاً جنوباً پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۱۶) اس خطا کو معلوم کرنے کے لئے ہمیں ان بدقوں کو مشاہدہ کرنا چاہیئے جو کسی ابدی الظہور ستارہ (یا زجیہ قطبی ستارہ) کے اوپر سے مرور سے



شکل (۱۶)

نیچے کے مرور تک اور پھر نیچے کے مرور سے
اوپر کے مرور تک دہکار ہوتی ہیں۔ یہ عرض
سماوی ہونے چاہئیں کیونکہ نصف النہار
اس دائرہ کی جو یہ ستارہ قطب کے گرد بناتا
ہے تنصیف کرتا ہے اگر یہ عرصے برابر نہ ہوں
تو خط توازی گری نصف النہار پر منطبق
ہوگا اور ستارہ مذکور ہم اور ن پر مرور کرتا
معلوم ہوگا (دیکھو شکل ۱۶)۔

اس خط کی تصحیح کے لئے محور کے ایک سرے کو افق کے متوازی ایک پیچ کے
ذریعہ اس طرح حرکت دینا چاہیے کہ متذکرہ بالا وقفے باہم مساوی ہو جائیں۔

مشاہدہ مرور و نظر و سماعت کا طریقہ

۳۰۔ چونکہ منظر کے میدان پر سے ستارہ کی ظاہری گردش دُور بین کے ذریعہ بڑے پیمانہ پر
دکھائی دیتی ہے اس لئے مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ ایک سکند کے شروع میں تو ستارہ
مذکور انتصابی تار کے ایک طرف معلوم ہوتا ہے اور اس کے بعد اس کے ختم ہونے سے پہلے
تار کے دوسری جانب دکھائی دیتا ہے، بائیں ہند مشاہدہ کرنے والا اگر بائیں ہند ستارہ مذکور کے
تار پر سے گزرنے کی ٹھیک آن کو ایک سکند کی بہت چھوٹی گہرائی سے بھی صحیح معلوم کر سکتا
ہے، جب ستارہ منظر کے میدان میں آتا ہے تو وہ گھڑی کو دیکھ کر گھنٹے اور منٹ قلبہ کر لیتا
ہے اور پھر اپنے مشاہدات کو چھوڑے بغیر گھڑی کی آواز سے ہی سکندوں کی تعداد کو زبانی
گننا جاتا ہے بعد از ان سکند کے شروع ہونے کے وقت تار کے ایک طرف ستارہ کے خیال
کا فاصلہ اور اس سکند کے اختتام پر تار کے دوسری جانب ستارہ مذکور کے خیال کا فاصلہ
مشاہدہ کر کے ان دونوں کی نسبت سے تار پر سے گزرنے کے ٹھیک وقت کی تعیین کر سکتا
ہے اس قسم کا مشاہدہ ساتوں تاروں کے لحاظ سے کیا جاتا ہے اور حسب تشریح بالا ان
مشاہدات کا اوسط نکال لیا جاتا ہے۔ اس طریقہ کو نظر و سماعت کا طریقہ کہتے ہیں۔

وقت نگار

مرور کے مشاہدہ کرنے کا ایک اور طریقہ جو آجکل زیادہ مقبول ہوتا جاتا ہے وقت نگار

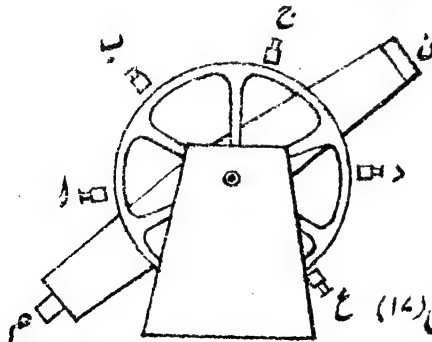
کا طریقہ ہے۔

ایک اسطوانہ لیتے ہیں جو اپنے محور (فرض کرو کہ یہ محور انتصابی ہے) کے گرد یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہو اور علاوہ ازیں اپنے طول کی سمت یعنی انتصابی سمت میں بھی یکساں رفتار سے آہستہ آہستہ حرکت کر رہا ہو، پھر گھڑی کو اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ اس کی ہر ایک ٹپک پر ایک برقی رو منقطع ہو کر مذکورہ بالا اسطوانہ کے گرد لپٹے ہوئے ایک کاغذ پر ایک نقطہ کا نشان مرتسم کر دیں۔ ظاہر ہے کہ ایک ایک سکینڈ کے بعد جو نشان اس طرح مرتسم ہونگے وہ اسطوانہ پر ایک پیچ کی شکل میں مساوی فاصلوں پر واقع ہونگے۔

مشاہدہ کنندہ ایک تار پر سے مرور کے وقت ایک بٹن کو دبا دیتا ہے جس سے سکینڈوں کے نشانات کے علاوہ ایک اور نشان کاغذ پر مرتسم ہو جاتا ہے۔ سو خرا لہذا نشان کے مقام کو ان نشانات کے لحاظ سے جو اس نشان کے عین کیلئے اور بعد میں گھڑی کے سکینڈوں کے جواب میں مرتسم ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے بذریعہ پیکائش ایک سکینڈ کی چھوٹی کسر تک مرور کا صحیح وقت معلوم ہو سکتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ

۳۱۔ نصف النہاری دائرہ جبکہ بعض اوقات دائرہ مرور بھی کہتے ہیں آلہ مرور م ن پر مشتمل ہوتا ہے جسکا ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں (دیکھو شکل ۱)۔



لیکن اس میں دوربین کے دونوں طرف دو درجہ دائرہ لگے ہوتے ہیں، ان دائروں کی سطحیں افقی محور پر عمود وار ہوتی ہیں اور یہ دوربین کے ساتھ

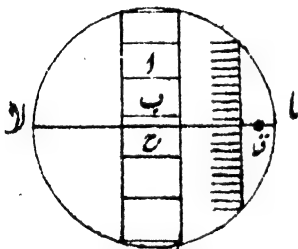
لگھوتے ہیں ان کے کناروں پر شکل (۱۷) پانچ پانچ منٹوں کے فاصلہ پر

نہایت باریک خط کھینچے ہوئے ہیں، چونکہ جیلی طریقہ سے زیادہ چھوٹے حصوں میں تقسیم کرنا مشکل ہے اس لئے دو متصل خطوں کے درمیانی منٹوں اور سکینڈوں کے معلوم کرنے کے لئے دوربین سے کام لیا جاتا ہے۔ عام طور پر چھ سو سی فیصلہ خود نہیں استعمال کی جاتی ہیں اور سکو

پڑھ کر ان کا اوسط نکال لیا جاتا ہے شکل بالا میں یہ خرد بینیں ۱، ب، ج، وغیرہ سے تعبیر کی گئی ہیں، ان کے علاوہ چھوٹی طاقت تکبیر کی ایک اور خرد بین بھی استعمال کی جاتی ہے جس کو ناماندہ کہتے ہیں اور جو پانچ پانچ منٹوں کے متناظر درجے اور نشان پڑھنے میں کام آتی ہے یہ سب ڈور بینیں ثابت ہوتی ہیں، اس لئے جب دائرے گردش کرتے ہیں تو ان کے کناروں پر کے نشانات ان ڈور بینوں میں سے ہر ایک کے میلان منظر کے سامنے سے گزرتے ہیں۔ جب خط توازی گری سمت اس میں ہو تو ناماندہ خرد بین صفر کے نشان پر ہوتی ہے۔

نشانات پڑھنے کی خرد بینیں

ان چھ خرد بینوں میں سے ہر ایک کے دائرہ کی بائیں سطح مستوی میں دہات کا ایک چھوٹا پیمانہ لگا ہوتا ہے جس پر نہایت باریک لکیریں نقوش ہوتی ہیں، اس پیمانہ کو کنگامی کہتے ہیں یہ پیمانہ اور دائرہ پر کے نشانات دونوں منظر کے میدان میں ایک ساتھ دکھائی دیتے ہیں جیسا کہ شکل ۱۸ میں دکھایا گیا ہے درجہ دار دائرہ کے ہر وقفہ ۱ ب کے مقابل کنگامی کی پانچ نوچیں یا لکیریں ہوتی ہیں گو یا ہر ایک نوچ ایک منٹ کو تعبیر کرتی ہے۔



شکل (۱۸)

درمیانی نوچ کو ظاہر کرنے کے لئے پیمانہ

میں ایک چھوٹا سوراخ قی ہوتا ہے اور جب

ناماندہ خرد بین دائرے کے کسی نشان کے مقابل ہو تو قی بھی کسی دیگر کسی نشان کے مقابل ہوگا۔ علاوہ ازیں ایک نہایت باریک تار لاما منظر کے میدان میں تانا ہوتا ہے جو ایک خرد پیماس کے ذریعہ اپنے متوازی حرکت کر سکتا ہے۔

اس پیماس کا سر ۶ مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے اس پیماس کے ۵ چکر تار کو درجہ دار دائرہ کے ایک وقفہ ۱ ب میں سے منتقل کرتے ہیں، اس لئے

۵ چکر پیماس کے = ۵ درجہ دار دائرہ کے

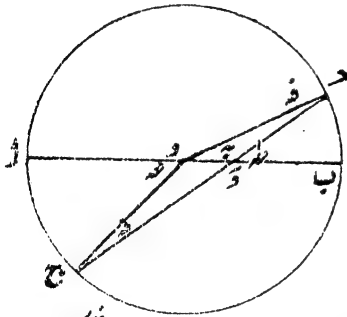
∴ ۱ چکر پیماس کا = ۱

∴ ایک فصل بیچ کا = ۱° درجہ دار دائرہ کے

اب فرض کرو کہ کسی محل میں دائرہ کی قرائت لینا چاہتے ہیں۔ نمائندہ خرد بین سے قرائت سرسری طور پر دیکھ کے وقفوں میں حاصل ہوتی ہے۔ اوپر کے منٹوں کی تعداد گنگھی میں مرکزی نوج ق سے پہلے کے درجہ (فرض کرد) ج تک نوچوں کی جو تعداد ہے اس سے حاصل ہوتی ہے۔ علیحدہ نوچوں کو پہلے نوج سے ج پر لانے کے لئے بیچ کے سرے کو جتنے فصلوں میں سے گھمایا جاتا ہے اس سے سکندوں کی تعداد ظاہر ہوتی ہے۔

خروج المرکزی خطا ایک ہی قطر کے سروں کے دو نقطوں خرد بین کو پڑھنے سے رفع ہو جاتی ہے

۳۲۔ خروج المرکزی خطا درجہ دار دائرہ کے کسی ایسے نقطہ کے گرد گھومنے سے



شکل (۱۹)

پیدا ہوتی ہے جو کہ اس کا مرکز نہ ہو۔ یہ خطا ایک ہی قطر کے سروں کے دو نقطوں پر دور بین کو پڑھ کر اوسط لے لینے سے رفع ہو جاتی ہے۔ فرض کرو کہ دائرہ شکل ۱۹ کا مرکز و ہے اور وہ نقطہ ہے جس کے گرد دائرہ گردش کرتا ہے یعنی خط AB مقام ج د پر آجاتا ہے، اب اگر تقابل جانبوں پر قوسوں ج اور ب د کے محاذی مرکز پر زاویے

عہ اور بہ پڑھے جائیں تو ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ عہ اور بہ کا اوسط طہ کے مساوی ہے۔
اقلیدس (م ۱ کش ۳۲) کی رُود سے

$$بہ = ج د + طہ$$

$$∴ بہ = طہ - ج د$$

$$نیز عہ = ج د + طہ$$

$$عہ + بہ = طہ + طہ$$

$$∴ طہ = \frac{عہ + بہ}{۲}$$

نصف النہاری دائرہ پر نقطہٴ راس کی تعیین۔

۳۳۔ ہم اس سے پہلے ذکر کر چکے ہیں کہ جب خطِ توازی گری سمتِ راس میں ہو تو مانند دور میں صفر پر ہونی چاہیے۔

لیکن چونکہ چرخ و مینوں کا اوسط اس کے ساتھ ہی بالعموم صفر نہیں ہوتا اس لئے ہمیں ہر ایک دائرہٴ عرض میں نقطہٴ راس معلوم کر لینا چاہیے۔ یعنی یہ معلوم کر لینا چاہیے کہ نقطہٴ راس کے مقابل دائرہ پر کونسا نشان ہے۔

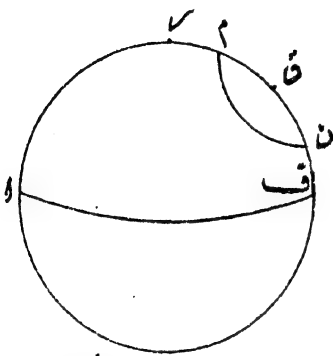
یہ نقطہ معلوم کرنے کے لئے دور میں کو امتصا با سمتِ شاتوی میں لگا دیتے ہیں۔ اور اس کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ دیتے ہیں، پھر اس کو اس طرح حرکت دیتے ہیں کہ اس کا ثابت افقی تار اور اس تار کا خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد متحرک ہوتا ہے دونوں ایک دوسرے پر عین منطبق ہو جائیں۔ تب خطِ توازی گری عین نقطہٴ نظیرِ راس کی سمت میں ہوگا، نائیندہ خرد مین اور دیگر خرد مینوں کو بڑھانے سے نظیرِ راس کا نقطہ حاصل ہو جاتا ہے، نقطہٴ راس اس نقطہ سے ۸۰ کے فاصلہ پر ہے۔

نقطہٴ راس کے معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے قطبی ستارہ کو جو جوہ بطی السیری کے نزدیک منظر کے میدان میں رہتا ہے مشاہدہ کرتے ہیں اور جب ستارہ افقی تار پر آتا ہے تو خرد مین کو بڑھ لیتے ہیں، اب دور میں کو اتنا نیچا کرتے ہیں کہ پارے کے ایک طرف سے منعکس ہو کر ستارہ مذکور کا خیال افقی تار پر منطبق ہوتا ہے اور پھر خرد مین کو بڑھ لیتے ہیں۔ چونکہ ان دونوں محلوں میں دور میں افق سے اوپر اور نیچے مساوی زاویے بنتی ہے اس لئے ان دونوں قرائتوں کے اوسط سے افقی نقطہ حاصل ہوتا ہے اس افقی نقطہ سے صرف ۹۰ کے فاصلہ پر نقطہٴ راس ہے۔

یہ بھی ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کی سمت اور پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد اسکے خیال کی سمت کا فرق، ستارہ مذکور کے نصف النہاری ارتفاع کو تعبیر کرتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ پر قطبی نقطہ

۳۴۔ ۱۔ قطبی نقطہ معلوم کرنے کے لئے یعنی یہ معلوم کرنے کے لئے کہ جب دور میں قطب کی سمت میں لگائی جائے تو نصف النہاری دائرہ کی قراہت کیا ہوتی ہے ہم



شکل (۱۹) (۱)

کسی ابدی الظہور ستارہ کے مُردِ بالا اور
مُردِ زیرین کو مشاہدہ کرتے ہیں اور دونوں
صورتوں میں نصف النہاری دائرہ کو پڑھ
لیتے ہیں۔

مثلاً اگر مُرد کے وقت ستارہ مذکور
کے مقامات م اور ن سے تعبیر ہوں تو
ق م = ق ن = ستارہ کا قطبی فاصلہ = Δ
فرض کرو کہ قطبی نقطہ = لا

تب لا + Δ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے ن پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا جاتا ہے۔
اور لا - Δ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے م پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا جاتا ہے۔
پس قطبی نقطہ لا = دائرہ کے دونوں مقامات کا اوسط

چونکہ ق ن = مقام مذکور کا عرض بلد

یعنی ق = متمم عرض بلد = عرض تمام

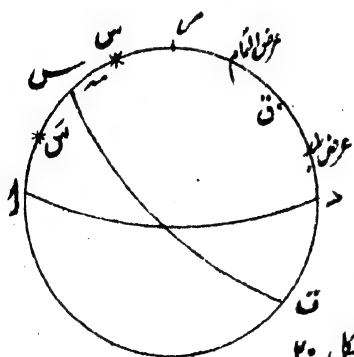
اب مقام مذکور یا رصد گاہ کا عرض بلد معلوم ہو سکتا ہے کیونکہ قطبی نقطہ اور نقطہ رأس
کا فرق عرض تمام م ق کو تعبیر کرتا ہے اور اگر اس کو ۹۰° میں سے تفریق کیا جائے تو عرض بلد
حاصل ہو جاتا ہے۔

۳۳۔ اسی فاصلہ نصف النہار پر نصف النہاری ارتفاع میل

۳۳۔ کسی ستارہ کا اسی فاصلہ ناپنے کے لئے

جب یہ نصف النہار پر ہو دُور بین کو ستارہ کی سمت
میں لگا پڑھا جائے اور دائرہ کو پڑھ لیا جاتا ہے۔

اس قزات اور نقطہ رأس کی فزارت کا فرق
نصف النہار پر جرم مذکور کے اسی فاصلہ کو
تعبیر کرتا ہے، لیکن اس میں انعطاف نور و دیگر
اسباب کی بنا پر جو خطا واقع ہو اُس کی تصحیح
کر لینی چاہیے۔



شکل ۲۰

نصف النہاری ارتفاع شاہدہ کردہ راسی فاصلہ کو ۹۰ میں سے تفریق کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

اب چونکہ ہمیں مقام مذکور کا عرض بلد معلوم ہے اور ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع معلوم کر سکتے ہیں اس لئے ہم ستارہ مذکور کا میل دریافت کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ نصف النہار پر ستارہ مذکور کا مقام $س$ ہے تب

$$س \angle = \text{نصف النہاری ارتفاع} = ع$$

$$س س = میل = م$$

نیز $س \angle = \text{عرض النہام شرقی}$ (کیونکہ دونوں میں قمرہ $س$ مشترک ہے) اب

$$س \angle + س س = س \angle$$

یا عرض النہام $+ م = ع$
اسی طرح سے اگر ستارہ $س$ برہوتو

$$\text{عرض النہام} - م = ع$$

پس عرض النہام \pm میل $=$ نصف النہاری ارتفاع، اگر شمالی نصف کرۂ عرض میں ستارہ کا میل شمالی ہو تو علامت مثبت یعنی چاہیئے اور اگر میل جنوبی ہو تو علامت منفی یعنی چاہیئے۔ جب ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع اور مقام مذکور کا عرض بلد معلوم ہو تو اس مساوات سے ستارہ کا میل معلوم ہو سکتا ہے۔

۳۵۔ معیاری ستارے۔ بحری جہتزی میں جو ہر سال تیار کی جاتی ہے ستاروں کی ایک فہرست درج ہوتی ہے جس میں ہر تاریخ کے لئے سب ستاروں کے صعود و مستقیم اور میل درج ہوتے ہیں۔ ان کے میل اس طریقہ سے جس کا اوپر ذکر ہوا محسوب کئے جاتے ہیں۔ ان کے صعود و مستقیم معلوم کرنے کے متعلق بعد میں بحث کی جائے گی۔ (دیکھو فلام سنڈیک کا طریقہ باب ہفتم) ان ستاروں کو معیاری ستارے کہتے ہیں۔ جب کسی اور ستارہ کا میل دریافت کرنا مقصود ہو تو دور بین کو اس ستارہ کی طرف لگا کر دائرہ مرور کو بڑھ لیتے ہیں، پھر دور بین کو کسی معیاری ستارے کی طرف لگا کر دونوں قرأتوں کا مقابلہ کرنے سے میل مطلوب نکال لیتے ہیں کیونکہ ان قرأتوں کا فرق ان کے نیلوں کے فرق کو تعبیر کرتا ہے۔

گھڑی کی تنظیم

چونکہ راس الحبل کا نقطہ آسمان میں ایک خیالی نقطہ ہے اس لئے ہم اس کے نصف النہار پر سے گزرنے کا وقت یعنی طور پر مشاہدہ نہیں کر سکتے۔ پس ہم براہ راست مشاہدہ کرنے سے یہ نہیں بتا سکتے کہ گھڑی کو کھٹے منٹ، سکند پرکب ہونا چاہیئے۔ لیکن چونکہ کسی معیاری ستارہ کے مرور کا وقت اس کے صعود و مستقیم سے معلوم ہو سکتا ہے اسلئے جب ان ستاروں میں سے کوئی ستارہ نصف النہار پر ہو تو گھڑی عین درست کو کسی وقت پر لائی جاسکتی ہے۔

گھڑی کی شرح یعنی وہ مقدار جو یہ ہر روز پیچھے رہ جاتی ہے یا آگے بڑھ جاتی ہے وہ متصل راتوں کو کسی ثابت ستارے کے مروروں کے وقفہ کو ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ یہ وقفہ ۲۴ گھنٹوں کے مساوی ہونا چاہیئے اس کے لحاظ سے گھڑی کی رفتار کو درست کیا جاسکتا ہے۔ ایک عمدہ گھڑی میں نیزی یا سستی کی شرح یکساں ہونی چاہیئے۔

کسی جرم کا صعود و مستقیم دریافت کرنا

اگر گھڑی کو ٹھیک چلایا جائے اور اس کی شرح معلوم ہو تو کسی جرم کے نصف النہار پر سے گزرنے کا کوئی وقت اس کے صعود و مستقیم کو تعبیر کرنا ہے۔ اس وقت کو ۵ اسے ضرب دیکر گھنٹوں، منٹوں اور سکندوں میں تحويل کر سکتے ہیں۔

توازی گری و دربینیں

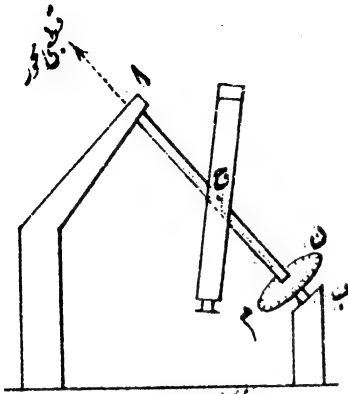
ہم دیکھ چکے ہیں کہ خطائے توازی گری کو درست کرنے کے لئے دُور بین کے محور کو اس کے خانوں کے اندر لٹکایا جاتا ہے اور اسلئے سے پہلے اور بعد میں کسی دُور کے نشان کی سمت مشاہدہ کی جاتی ہے مگر اب یہ طریقہ متروک ہو چکا ہے اور اس کے بجائے ایک اور طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ دو چھوٹی دُور بینیں لیٹے ہیں جن کو توازی گری دُور بینیں کہتے ہیں، ان میں سے ایک کو مرور کی دُور بین کے شمال کی طرف اور دوسری کو اس کے جنوب کی طرف لگا دیتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک میں دو چلیبی تار لگے ہوتے ہیں۔ پھر بڑی دُور بین کی نالی کی ایک درز کے ذریعہ ایک چھوٹی دُور بین میں سے دوسری چھوٹی دُور بین کی طرف دیکھتے ہیں۔ ایسا کرنے سے چھوٹی دُور بینوں کو اس طرح لگا سکتے ہیں

کہ ان کے چلیبی تاروں کے (جو منور کر لئے جاتے ہیں) خیال ایک دوسرے پر منطبق ہوں۔ اب اگر خود آئہ مرور کے چلیبی تاروں کو اس طرح ٹھیک وضع میں لایا جائے کہ یہ شمالی توازی گری دور میں کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوں اور پھر بڑی دور میں کو گھما کر دیکھا جائے کہ اس کے نار جنوبی توازی گری دور میں کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوتے ہیں تو سمجھ لینا چاہیے کہ خط توازی گری افقی محور پر عمود وار ہے۔ اس طریقہ سے دور میں کے محور کو آئٹے کا وقت طلب عمل نہیں کرنا پڑتا۔

۳۶ ا۔ ان طریقوں کے علاوہ خطائے توازی گری معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے دور میں کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ کر اس کا رُخ انتصاباً نیچے کی طرف کر دیتے ہیں۔ اگر محور افقی تھے عین متوازی ہو اور کوئی خطائے توازی گری نہ ہو تو باریکتا نار اور ان کے خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس سے بنتے ہیں ایک دوسرے پر منطبق ہونگے کیونکہ نور کی شعاعیں جو (منور کردہ) باریکتا تاروں سے متشع ہو کر نکلتی ہیں وہ دور میں کے دامن میں سے گزر کر پارے کی سطح پر متوازی خطوط میں پڑتی ہیں جہاں سے وہ پھر متوازی خطوط میں منعکس ہوتی ہیں اور دامن میں سے گزرنے کے بعد اس کے ماسد پر مستقر ہوتی ہیں۔ پس اگر انصیت کی خطا کو پہلے سے درست کر لیا گیا ہو اور منعکس شدہ شعاعیں باریکتا تاروں پر منطبق ہوں تو سمجھ لینا چاہیے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے لیکن اگر یہ شعاعیں باریکتا تاروں پر منطبق نہ ہوں تو ان کے فرق کو خود ہیا کے ذریعہ ناپ لینا چاہیے، خطائے توازی گری اس فرق کے نصف سے تعبیر ہوگی۔

استوائی دور میں

۳۷۔ اکثر رصد گاہوں کی بڑی دور میں وضع استوائی میں لگی ہوتی ہیں جس سے یہ مراد ہے کہ دور میں کا گردش محور قطب سماوی کی سمت میں ہوتا ہے اس محور کو قطبی محور بھی کہتے ہیں (دیکھو شکل ۲۱)۔ یہ قطبی محور دو ثابت خانوں اور ب کے اندر جو دو ثابت پشتوں میں بنے ہوئے ہیں گھوم سکتا ہے۔ دور میں بھی محور ج کے گرد اس طرح گردش کر سکتی ہے کہ اس کے محل کو قطبی محور سے کسی زاویہ پر رکھ سکتے ہیں۔ بعض بڑی دور میںوں کے ساتھ ایک قسم کی گھڑی بھی لگی ہوتی ہے جس کے ذریعہ قطبی محور کو اس کے خانوں کے اندر کیساں رفتار کے ساتھ اسی سمت میں گھمایا جاتا ہے جس سمت میں کہ ستارے اپنی



شکل (۲۱)

یہ میدان گردش کے لحاظ سے حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں، اور رفتار ایسی رکھی جاتی ہے کہ یوری گردش ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سیکنڈ میں تکمیل پاتی ہے۔ اس طرح سے اگر زمین کو کسی ستارہ کی طرف لگا کر گھڑی چلا دی جائے تو ستارہ مذکور کو منظر کے میدان میں کافی عرصہ تک رکھ سکتے ہیں۔

ظاہر ہے کہ استوائی دور میں کو جو فوٹو

دوسم کی حرکتیں دی جا سکتی ہیں اُن کے ذریعہ اس کو آسمان پر کے کسی ایک ستارہ کے مقابل لگا سکتے ہیں اور ضروری ہیں کہ آلہ ضروری کی طرح یہ ستارہ نصف النہار پر ہو۔ پس یہ آلہ اُن ستاروں کے مشاہدہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے جو نصف النہار پر نہ ہوں۔

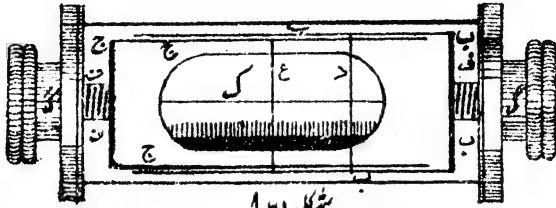
ایک درجہ دار دائرہ م ن کے ذریعہ جسکی سطح مستوی قطبی محور پر عمود وار ہوتی ہے ہم دور میں کو کسی مطلوبہ صعود و مستقیم پر لگا سکتے ہیں اس دائرہ کو ساعتی دائرہ کہتے ہیں۔ محور پر بھی جس کے گرد دور میں گھوم سکتی ہے ایک دائرہ لگا ہوتا ہے۔ یہ دائرہ فحل میں نہیں دکھایا گیا ہے۔ اسکو دائرہ میل کہتے ہیں اور اس کے ذریعہ دور میں کو کسی مطلوبہ میل پر لگا سکتے ہیں۔ ان دونوں دائروں کو پڑھنے کے لئے نامزدہ خرد بینوں سے کام لیا جاتا ہے۔

استوائی (دور میں) کے ذریعہ اس کی بہت زیادہ طاقت تکبیر کی بدولت ہم چاند، ستاروں اور دیگر اجرام فلکی کی سطح کا بہترین مشاہدہ کر سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں یہ ستاروں کی عکسی تصویریں لینے اور ستاروں کے طیوف کی تحلیل میں بھی بہت کام آتی ہے۔

خرد ہ پیا

ہر ایک استوائی دور میں میں ایک خرد ہ پیا لگا ہوتا ہے جسکے ذریعے چھوٹے ذریعے فاصلے (مثلاً وہ زاویہ جو دور میں کے منظر کے میدان میں دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے) ناپے جاتے ہیں۔ اس

عرض کے لئے عام طور پر متوازی تاروں والا خرد و ہما استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۱۰۱

یہ ایک مستطیلی قالب پر مشتمل ہوتا ہے جس کی شکل اوپر دکھائی گئی ہے اس کے ہر ایک سرے پر ایک ایک درجہ دار پیچ لگا ہوتا ہے، ب، ب، ج، ج، ج، ج دو دھات کے دو شاخے ہیں جو ایک دوسرے کے اندر پھسلتے ہیں، ان دو شاخوں پر ایک ایک عنکبوتی تار لگا ہوتا ہے، جو شکل بالا میں د اور ع سے دکھائے گئے ہیں دو اور نہایت باریک پیچ، ف، ف جن کے کنارے ک، گ، دندانہ دار ہوتے ہیں ان دو شاخوں میں سے ہر ایک کے ساتھ لگے ہوتے ہیں اور ان پیچوں کو گھمانے سے حسب خواہش ہر ایک دو شاخہ اندر دھکیلا جاسکتا ہے یا باہر کھینچا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے سے عنکبوتی تاروں کو ایک دوسرے سے حسب منشاء قریب یا دور کر سکتے ہیں علاوہ ازیں ایک اور ثابت عنکبوتی تار ک تاروں د اور ع پر نمودار ہوتا ہے پیچوں کے سروں کے ساتھ جو دائرے پیوستہ ہوتے ہیں ان میں سے ہر ایک کا محیط ۱۰۰ مساوی حصوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک باریک پیمانہ بھی ہوتا ہے جس پر نو پیچوں کے نشان منقوش ہیں ہوتے ہیں اور ہر پانچواں نشان باقی نشانوں کی نسبت زیادہ نمایاں ہوتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ نیز دو متصل نشانوں کا درمیانی فاصلہ دونوں پیچوں کی گھاٹی کے مساوی ہوتا ہے اسلئے ایک پیچ کے سرے کی پوری گردش سے اس کے متناظر دو شاخہ کا عنکبوتی تار جس فاصلہ میں سے حرکت کرتا ہے وہ دو متصل نشانوں کے درمیانی فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر اس زاویہ کو جو دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر پڑتا ہے ناپنا مقصود ہو تو خرد و ہما کو دوربین کی ماسکی سطح مستوی میں رکھ کر اتنا گھمایا جاتا ہے کہ ثابت آراء عنکبوتی تار دونوں ستاروں کے خیالوں میں سے گزرتا ہے پھر دونوں تاروں کے

درمیانی پیمانہ پر کے منقوش نشانوں کے ذریعہ یہ دیکھنا چاہیے کہ ثابت منکبوتی تاروں کو ایک دوسرے کے اوپر لانے کے لئے بیچ بایچوں کے سروں کو کتنی بار گھمانا پڑتا ہے۔ ایک گھماؤ کا کسری حصہ متعلقہ سر بیچ کے درجہ دار دائرہ کو پڑھنے سے معلوم ہو سکتا ہے اب اگر ہمیں ہر ایک گھماؤ کی زاویہ قیمت معلوم ہو تو وہ زاویہ جو مذکورہ ستاروں کے محاذی فاصلہ معلوم ہو سکتا ہے۔

خرودہ پیک کی بروکے سورج، چاند یا سیاروں کے زاویہ قطر بھی معلوم ہو سکتے ہیں متوازی تاروں میں سے ایک تار کو اس طرح رکھتے ہیں کہ وہ جرم کے ایک بازو سے مس کرتا نظر آتا ہے اور دوسرا جرم مذکور کی مستقیم قوس کے مقابل کے کنارے سے، اس طرح حسبِ سابق ان کا درمیانی فاصلہ معلوم ہو سکتا ہے۔

۸۳۸- خرودہ پیک کے بیچ کی ایک گردش کی زاویہ قیمت کی تعیین

اس کے لئے کوئی ابتدائی الظہور ستارہ لیتے ہیں، خود قطبی ستارہ قابلِ حرج ہے کیونکہ نسبتِ زیادہ ہونے کی وجہ سے اس سے نہایت صحیح مشاہدات حاصل ہو سکتے ہیں۔ پہلے خرودہ پیک کو اس طرح لگاتے ہیں کہ ستارہ مذکور کی یومیہ گردش ثابت منکبوتی تار پر یا اس کے متوازی رہے، پھر بیچ کو گردش کی ایک معلومہ تعداد میں سے گھما کر متوازی تاروں کو کچھ فاصلہ پر الگ کر دیتے ہیں، اب ستارہ کو ایک بار سے دوسرے تار تک جانے میں جو عرصہ لگتا ہے اسکو مشاہدہ کر لیتے ہیں اور چونکہ ستارہ ایک دائرہ صغیر کے $24^{\circ} 36'$ کو کبھی گھنٹوں میں پورا کرتا ہے اس لئے تاروں کے درمیانی فاصلہ کی زاویہ قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔ اس طرح ایک گھماؤ کے متناظر جزاویہ فاصلہ اس کی قیمت دائرہ صغیر کے سکندوں کی رقم میں معلوم ہو جاتی ہے۔ لیکن چونکہ ستارہ کا نیل معلوم ہوتا ہے اس لئے قطبی ستارہ کے دائرہ صغیر کی نسبت دائرہ کبیر کے ساتھ ملایا ہو سکتی ہے لہذا ہر ایک گھماؤ کے متناظر دائرہ کبیر کی قوس میں جتنے سکند ہوں ان کی تعداد معلوم ہو جاتی ہے۔

۸۳۹- آلہ ارتفاع و سمت

آلہ ارتفاع و سمت ایک استوائی ڈورین ہوتی ہے جس کا محور قطب سماوی کی سمت میں ہونے کی بجائے سمتِ رأس میں ہوتا ہے اس میں بھی دو طرح کی حرکت دی جا سکتی ہے ایک ارتفاع میں اور دوسری سمت میں بعینہ اسی طرح جس طرح کہ استوائی میں صعود و ستقیم اور

میل کی سمتوں میں حرکت دی جاسکتی ہے، استوائی کی طرح اس کو بھی اُن مشاہدات کے لئے استعمال کرتے ہیں جو نصف النہار کے باہر غل میں لائے جائیں۔
ایک مقام پر ایک ابدی النہار ستارے کے بالائی اور زیرین مروروں کے وقت اس کے رسی فاصلے معلوم ہیں۔ اس مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا میل معلوم کرو۔

اُسی فاصلوں کو 'م' س ن (دیکھو شکل ۱۴) کو 'پ' سے تعبیر کرو۔
نیز قطبی فاصلہ ق م = ق ن = Δ اور س ق = عرض النہام
∴ $\Delta + \text{عرض النہام} = \text{پ}$
 $\Delta - \text{عرض النہام} = \text{ن}$

$$\text{پ} + \text{ن} = ۲ = \text{عرض النہام}$$

$$\text{پ} - \text{ن} = ۲ = \Delta$$

$$\therefore \text{عرض النہام} = \frac{\text{پ} + \text{ن}}{۲} \text{ لہذا عرض بلد} = ۹۰ - \frac{\text{پ} + \text{ن}}{۲}$$

$$\text{اور قطبی فاصلہ} \Delta = \frac{\text{پ} - \text{ن}}{۲} \text{، لہذا میل مہ} = ۹۰ - \frac{\text{پ} - \text{ن}}{۲}$$

نوٹ۔ اگر ستارہ اپنے ایک مرور کے وقت نصف النہار پر نقطہ را س کے جنوب کی طرف ہو تو اس مرور کے وقت اس کے رسی فاصلہ کو منفی تصور کرنا چاہیے۔

مشقیں

۱۔ اگر زمین اسی زاویہی رفتار سے گھومتی جس سے اب گھومتی ہے لیکن مقابل سمت میں تو بتاؤ کہ ایک اوسط شمسی یوم کا طول کیا ہوتا اور سال میں اوسط شمسی ایام کی تعداد کیا ہوتی۔
جواب ۲۳ گھنٹے ۵۲ منٹ، ۳۶۶

۲۔ بتاؤ کہ سال میں کتنے کوکبی دن ہوتے ہیں۔ جواب ۳۶۶

۳۔ ڈبلن کا عرض بلد ۵۳° ہے، بتاؤ کہ ۲۱ رجون کو ڈبلن میں سورج کا نصف النہار ارتفاع کیا ہوگا۔

یہاں عرض النہام \pm مہ = (دفعہ ۳۴)

لیکن مہ = ۳۳° ۲۸' شمال اور عرض النہام = ۹۰° - ۳۳° ۲۰' = ۵۶° ۴۰'

$$۰۰۰۰۰۰۰۰ + ۰۰۰۰۰۰۰۰ = ۰۰۰۰۰۰۰۰$$

$$۰۰۰۰۰۰ = ۰۰۰۰۰۰$$

۴ - ڈبلن میں (۱) انقلاب سرما اور (۲) اعتدال لیل و نہار کے وقت سورج کا نصف النہاری ارتفاع کیا ہوگا۔ (جواب (۱) ۱۳° ۱۲' (۲) ۳۶° ۳۰')

نوٹ - انقلاب سرما کے وقت $۰۰۰۰۰۰ = ۰۰۰۰۰۰$ جنوب مشرقی

۵ - ایک ابدی الظہور ستارہ کے قطب سے اوپر اور قطب سے نیچے نصف النہار کو عبور کرنے کے وقت اس کے رائی فاصلے الغلاف وغیرہ کی تصحیح کے بعد ۱۳° ۱۴' اور ۳۷° ۱۸' معلوم کئے گئے ہیں۔ اس سے مقام مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔ (دیکھو دفعہ ۱۳۸)

جواب - ۵۹° ۴۷' اور ۲۲° ۵۷'

۶ - ایک مقام کا عرض بلد ۵۸° ۵۹' شمال ہے۔ مقام مذکور پر وسط گرما اور وسط سرما کے دنوں میں سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔

جواب ۵۷° ۲۹'؛ ۵۷° ۳۳'

۷ - ایک مقام پر وسط گرما میں افق کے اوپر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع

۲۶° ۲۶' ہے، مقام مذکور کا عرض بلد معلوم کرو۔ جواب ۳۶° ۳۶'

۸ - سہیل کا میل ۵۲° ۳۸' جنوب ہے۔ اگر ہم جنوب کی طرف سفر کریں تو بتاؤ کہ پہلے پہل کس مقام پر اس کا نصف النہاری ارتفاع ۱۰° کا ہوگا۔

جواب ۲۲° ۲۶' شمالی عرض بلد۔

۹ - ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰') میں ایک ستارہ کا ایسی فاصلہ جو نصف النہار پر پایا جائے بعد تصحیح ۱۸° ۱۸'

معلوم کیا گیا ہے۔ اس ستارہ کا میل معلوم کرو۔ (جواب - ۵۸° ۱۸' جنوب)

۱۰ - ڈبلن میں آدھی رات کو افق کے نیچے سورج کا زاویہ انحراف بالترتیب وسط گرما اور وسط سرما کو کیا ہوگا۔ (جواب ۱۳° ۱۲' اور ۳۶° ۳۰')

۱۱ - ایک مقام پر اوپر کے اور نیچے کے مَرُوروں کے وقت ایک ستارہ کے رائی فاصلے الغلاف وغیرہ کے متعلق صحت کر لینے کے بعد ۲۶° ۲۶' اور ۵۲° ۳۸' جنوب معلوم کئے گئے ہیں مقام مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔

نوٹ - ذمہ ۱۳۸ کے ضابطہ سے کام لو لیکن چونکہ $۵۲^{\circ} ۲'$ جنوب ہے اسلئے اُس کی علامت منفی لینا چاہیے۔

(جواب $۵۳^{\circ} ۲۴'$ ، $۵۰^{\circ} ۳۲'$)

۱۲۔ برج شلیاتی کا ایک ستارہ عد ۳۸° شمال پر واقع ہے کیا وہ ڈبلن (نصف النہار $۵۳^{\circ} ۲۰'$) کے نصف النہار کو راس سے شمال کی طرف یا جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔

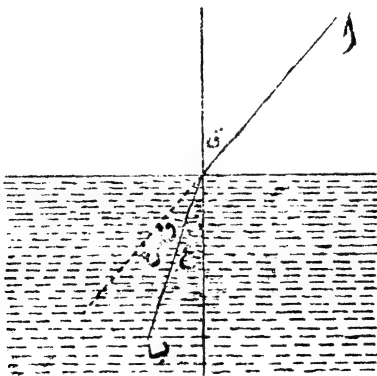
جواب اوپر کا مرد ۱۴° راس کے جنوب کی طرف

نیچے کا مرد ۸۷° راس کے شمال کی طرف

چوتھا باب

کرہ ہوائی کا انعطاف

۳۹۔ میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے کس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن اس مشاہدہ کردہ ارتفاع میں خطا کا امکان ہے کیونکہ روشنی کی شعاعیں جو ستارہ سے نکلتی ہیں کرہ ہوائی میں سے گزرنے میں مشاہدہ کنندہ کی آنکھ تک پہنچنے کے قبل مڑ جاتی ہیں جس سے



شکل ۲۲

ستارہ کی سمت اس کی اصلی سمت سے مختلف معلوم ہوتی ہے۔ یہ ظاہری انحراف کرہ ہوائی میں انعطاف نور کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ علم المناظر کی رو سے ہمیں معلوم ہے کہ جب کوئی روشنی کی شعاع لطیف واسطہ سے کثیف واسطہ کے اندر داخل ہوتی ہے

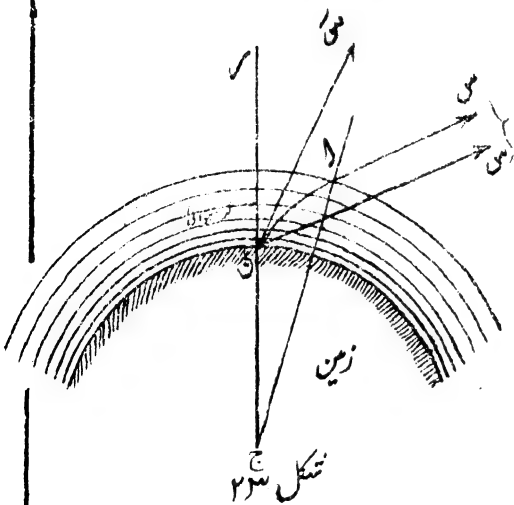
تو یہ منعطف ہو جاتی ہے یعنی ان دو واسطوں کی سطح فاصل پر کے عمود کی سمت میں جھک جاتی ہے۔ مثلاً ا ق ب اس قسم کی منعطف شعاع کے راستہ کو تعبیر کرتا ہے۔ زاویہ ق وقوع کا زاویہ ہے اور زاویہ ع انعطاف کا زاویہ ہے، نیز ق - ع انعطاف کی مقدار کو تعبیر کرتا ہے۔

علم المناظر کا یہ ایک کلیہ ہے کہ زاویہ وقوع کے جیب کی نسبت زاویہ انعطاف کے جیب کے ساتھ مستقل ہوتی ہے، لہذا

$$\frac{\text{جیب ق}}{\text{جیب ع}} = \text{ایک مستقل} = \text{مہ}$$

اب کرہ ہوائی ایک گیسوی سیال ہے جو جاذبہ الارض کے زیرِ عمل ہے۔ اوپر کی تہوں میں اس کی کثافت بہت کم ہوتی ہے لیکن جوں جوں ہم زمین کے قریب آتے جاتے ہیں اس کی کثافت بھی بڑھتی جاتی ہے۔ کیونکہ کسی مفروضہ نقطہ کے اوپر کی ہوا کا وزن بھی بڑھتا جاتا ہے۔ پس ہم فرض کر سکتے ہیں کہ جب روشنی کی ایک شعاع کسی ستارہ میں سے نکل کر کرہ ہوائی پر پڑتی ہے تو یہاں سے زمین تک پہنچنے میں اس کو ایسے بے شمار واسطوں میں سے گزرنا پڑتا ہے جن کی شکل زمین کے ہم مرکز خولوں کے مانند نقطہ کی جاسکتی ہے اور جن میں سے ہر ایک اپنے پہلے کے واسطے سے نسبتاً زیادہ کثیف ہوتا ہے

پس کرہ ہوائی کے اندر شعاع کا راستہ ان مسلسل جھکاؤ کی وجہ سے ایک متعنی کی شکل کا ہوگا اور اس شخص کو جوں پر کھڑا ہو ستارہ مذکور ن میں کی سمت میں دکھائی دیکھا جوں پر کے قاس کی سمت ہے حالانکہ ستارہ کی اصلی سمت یعنی وہ سمت جس میں کہ ستارہ مذکور کرہ ہوائی کی عدم موجودگی میں



اور بناءً علیہ انعطاف کا عمل واقع نہ ہونے کی صورت میں دکھائی دیتا ہے جو ان میں سے اس کے متوازی کھینچا گیا ہے، کیونکہ ستارہ کے نہایت دور ہونے کی وجہ سے وہ خط جو اُورن سے ستارہ کی سمت میں کھینچے جائیں گے وہ عملاً طور پر باہم متوازی ہونگے۔ زاویہ میں ان سے کو جو ستارہ کی ظاہری سمت اور اُس سمت کے درمیان نسبتاً ہے جس میں کہ کرہ ہوائی کی عدم موجودگی میں ستارہ مذکور دکھائی دیتا "انعطاف" کہتے ہیں۔

اس لئے کسی جسم سماوی پر انعطاف کا اثر یہ ہوتا ہے کہ یہ آسمان پر نسبتاً اونچا نظر آتا ہے جسکی وجہ اسے اس کا ارتفاع بڑھ جاتا ہے اور اس کا رأسی فاصلہ کم جاتا ہے لیکن چونکہ یہ ظاہری مٹاؤ انحصارِ سطحِ مستوی میں واقع ہوتا ہے اس لئے اس سے جرم کے راستہ پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔

اس لئے لازمی طور پر اجرام سماوی کے ارتفاعوں کے متعلق جلدِ مشاہدات میں ہر ایک ظاہری ارتفاع کو بقدر انعطاف کی مقدار کے کم کر دینے سے اصلی ارتفاع حاصل ہوگا۔ اس تصحیح کو انعطاف کی تصحیح کہتے ہیں۔

انعطاف کی مقدار بڑی سے بڑی اُس وقت ہونگی جبکہ زاویہ وقوع بڑے سے بڑا ہوگا یعنی جب جرم افق پر ہوگا۔ اس انعطاف کو افقی انعطاف کہتے ہیں۔

نقطہء رأس پر انعطاف صفر ہوگا کیونکہ وہ شعاعیں جو عین سرے کے اوپر کے ستارے سے نکلتی ہیں کرہ ہوائی کی مختلف تہوں پر علی القوام پڑتی ہیں اور بنا بریں ان میں انحراف پیدا نہیں ہوتا۔

افقی انعطاف تقریباً ۳۵ کے مساوی ہوتا ہے لہذا اگر کوئی جرم عین افق پر ہو تو وہ بظاہر افق سے نصف درجہ سے کچھ زیادہ اوپر اٹھا ہوا دکھائی دے گا۔ چونکہ سورج کا زاویہ قطر تقریباً ۳۲ کا ہوتا ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ اس لئے اس امر کا کچھ اندازہ لگانے کے لئے کہ افق پر کا کوئی جرم انعطاف کی وجہ سے کتنا اوپر اٹھا ہوا معلوم ہوتا ہے یہ یاد رکھنا کافی ہوگا کہ یہ صعود تقریباً سورج کے قرص کی چوڑائی کے مساوی ہوگا۔ اس سے ظاہر ہے کہ جب ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ سورج ڈوبنے کے عین قریب ہے تو اس وقت وہ درحقیقت پورا ڈوب چکا

ہوتا ہے اور اگر کرہ ہوائی کی وجہ سے اُس کی شعاعیں منعطف نہ ہوتیں تو وہ ہمیں مطلق دکھائی نہ دیتا۔

کرہ ہوائی کے دباؤ اور تپش میں تبدیلی ہونے سے انعطاف کی مقدار میں بھی تبدیلی ہوتی ہے بارش کے چڑھ جانے سے انعطاف کی مقدار بھی بڑھ جاتی ہے بشرطیکہ جرم کا ارتفاع ڈہی رہے، برعکس اس کے اپنی حالات کے تحت تپش کے بڑھ جانے سے انعطاف کی مقدار میں کمی واقع ہوتی ہے۔ لہذا صد گاہیں انعطاف کی غلطی کو محسوب کرنے کے لئے جرم کے راسی فاصلہ کے علاوہ کرہ ہوائی کے دباؤ اور تپش کو بھی جو بارش اور تپش ہمارے آفاقی جرموں کو ملحوظ رکھنا چاہیے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ افقی انعطاف تقریباً ۵۴ کے مساوی ہوتا ہے جو جوں جوں جرم مذکور کا راسی فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے یہ انعطاف بڑی سرعت سے کم ہوتا جاتا ہے اور اس تخفیف کا کچھ اندازہ اس سے ہو سکتا ہے کہ ۴۵ پر اس کی اوسط قیمت ۸۵۲ ہوتی ہے۔

کلیۃ انعطاف

ب۔ م۔ چونکہ کرہ ہوائی کا ارتفاع زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں نہایت چھوٹا ہے اسلئے ہم اُن خطوں کو جو اُردن سے زمین کے مرکز تک کھینچے جائیں (دیکھو شکل ۳۴) متوازی خیال کر سکتے ہیں یا بالفاظ دیگر یہ خیال کر سکتے ہیں کہ زمین کی سطح ایک افقی سطح مستوی ہے اور اس پر کرہ ہوائی کی بے شمار افقی ہتھیں واقع ہیں جنکی کثافتیں نیچے سے شروع ہو کر اوپر کی طرف بتدریج کم ہوتی جاتی ہیں۔ اب ہم نہایت آسانی سے وہ کلیۃ معلوم کر سکتے ہیں جس کے مطابق انعطاف میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ کیونکہ شعاع میں کلیۃ اتنا ہی جھکاؤ واقع ہوتا ہے جو اُس صورت میں ہوتا اگر کرہ ہوائی متجانس ہوتا اور اُس کی کثافت ہر بلندی پر وہی ہوتی جو زمین کی قریب ترین تہہ کی ہے جس صورت میں شعاع کا کل انعطاف اِس مغز صفر کرہ ہوائی کے اندر داخل ہوتے وقت ایک ہی دفعہ واقع ہوتا اور بعد ازیں شعاع مذکور شاہدہ کنندہ تک ایک خط مستقیم میں پہنچتی۔

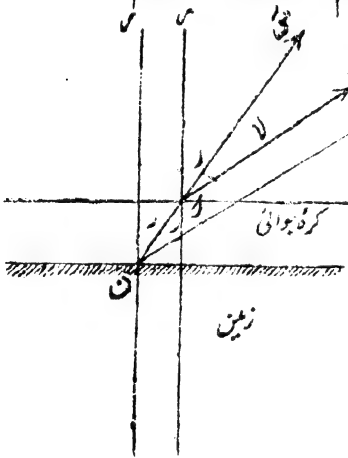
اب ایک جرم مساوی کا انعطاف ایسے بدلتا ہے جیسے ظاہری راسی فاصلہ کا ماس جبکہ تپش اور دباؤ مستقل رہیں۔

فرض کرو کہ کسی ستارہ سے آنے والی ایک شعاع کا راستہ ن پر کے ایک مشاہدہ کنندہ تک میں و ن سے تعبیر ہوتا ہے (دیکھو شکل ۲۴)۔
تب ستارہ مذکور کی ظاہری سمت ن میں ہوگی نیز ظاہری ایسی فاصلہ ر اور حقیقی ایسی فاصلہ ر+لا ہوگا، اور زاویہ میں و ن = انعطاف کی مقدار = لا

اب جب (زاویہ وقوع) = ایک مستقل = مہ

یا جب (ر+لا) = مہ یعنی جب (ر+لا) = مہ جب ر

لہذا جب ر+لا = مہ جب ر = مہ جب ر
لیکن لا بہت چھوٹا زاویہ ہے اور ہمیں علم مثلث کی دو سے معلوم ہے کہ نہایت چھوٹے زاویہ کی جیب انعام = ۱ اور چونکہ عمود اور قوس تقریباً ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں اس کی جیب = اس کا قوسی پیمانہ -



∴ جب لا = لا (قوسی پیمانہ میں)

اور جم لا = ۱

لہذا مساوات بالا ہو جاتی ہے :-

جب ر + لا جم ر = مہ جب ر

∴ لا جم ر = مہ جب ر - جب ر

= (مہ - ۱) جب ر

∴ لا = (مہ - ۱) $\frac{\text{جب ر}}{\text{جم ر}}$

شکل ۲۴

یا لا = (مہ - ۱) مس ر

فرض کرو کہ (مہ - ۱) = ک

∴ لا = ک مس ر، ∴ لا ایسے ہوتا ہے جیسے مس ر

یہ کلیہ تجربہ سے ۵۰ تک کے راسی فاصلوں کے لئے تقریباً درست ثابت ہوا ہے۔
 افق کے زیادہ نزدیک یہ کلیہ درست نہیں پایا جاتا کیونکہ کرہ ہوائی کی مختلف تہوں کی
 ساخت کا اس پر اثر پڑتا ہے۔ یہ بھی صاف ظاہر ہے کہ یہ کلیہ افق پر قائم نہیں رہ سکتا
 جہاں راسی فاصلہ = ۹۰ کیونکہ مس ۹۰ = لائٹا ہی

کسی مشاہدہ کردہ راسی فاصلہ کے لئے جو ۵۰ سے کم ہو انعطاف کی مقدار معلوم
 کرنے کے لئے مس کی قیمت درج کروینا کافی ہوگا بشرطیکہ مستقل ک کی قیمت
 معلوم ہو جسکے معلوم کرنے کے طریقے ہم ذیل میں درج کرتے ہیں:-

۴۱ - انعطاف کی مستقل قدر کی تعیین جبکہ مقام کا عرض بلد معلوم ہو۔ یہ معلوم کرنے
 کے لئے نصف النہاری دائرہ کے ذریعہ کسی ابدی انظہور ستارہ کے راسی فاصلے معلوم
 کرتے ہیں جبکہ یہ نصف النہار کو قطب سے اوپر اور نیچے عبور کرتا ہے۔

فرض کر دو کہ مردوں کے وقت

ایک ستارہ کے اصلی مقام م ان ہیں

تب مشاہدہ کنندہ کو انعطاف کی وجہ

سے ستارہ اٹھا ہوا م اور ن معلوم

ہوگا۔ مشاہدہ کردہ راسی فاصلوں یعنی

رقم اور مرن کو ر کے سے تعبیر کریں:-

$$\therefore \text{مرام} = \text{مرم} + \text{انعطاف}$$

$$= \text{ر} + \text{ک مس ر}$$

$$\text{مرن} = \text{مرم} + \text{انعطاف}$$

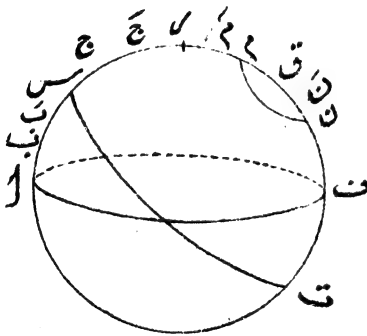
$$= \text{ر} + \text{ک مس ر}$$

جمع کرنے سے مرام + مرن = ر + ر + ک (مس ر + مس ر)

لیکن مرام + مرن = ۲ عرض النہام (دیکھو دفعہ ۳۸)

(کیونکہ م = مقام کا عرض بلد) = ۱۸۰ - ۲ عرض بلد

$$\therefore ۱۸۰ - ۲ \text{ عرض بلد} = \text{ر} + \text{ر} + \text{ک} (\text{مس ر} + \text{مس ر})$$



شکل ۲۵

پڑتی لیکن یہ مفرد ہے کہ ان مشاہدات کی تکمیل کے لئے چھ ماہ کا عرصہ درکار ہوتا ہے۔
ان طریقوں سے انعطاف کے مستقل کی قیمت تقریباً ۵۸۶۲ معلوم کی گئی ہے،
∴ لا = ۵۸۶۲ مس

۴۲۔ انعطاف کی قدر اور نیز مقام کا عرض بلندوں قطب سے اور اونچے
مروروں کے وقت دوبہری الظہور ستاروں کے واسطے مشاہدہ کرنے سے بھی
معلوم ہو سکتے ہیں۔
پس ایک ستارہ کے لئے

۱۸۰-۲ عرض بلد = ر + ک + ک (مس + مس ر)

اسی طرح سے دوسرے ستارہ کے لئے

۱۸۰- عرض بلده پ + پ + ک (مس پ + مس پ)

نیز به + کم + (مس به + مس به) = به + به + کم (مس به + مس به)

مثلاً: $(\text{مس} + \text{مس} - \text{مس} - \text{مس}) = \text{مس} + \text{مس} - \text{مس} - \text{مس}$

$$\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 + \vec{r}_2$$

$$\therefore k = m + m + m + m$$

کے کی قیمت اس طرح معلوم کر لینے کے بعد اس قیمت کو اوپر کی ایک مساوات میں مندرج کرنے سے ہمیں مقام کا عرض بلد معلوم ہو سکتا ہے۔

۳۳ - انعطاف کا ایک عجیب نتیجہ یہ ہے

کہ جب سورج اور چاند اُفتی کے قریب

سہجئے ہیں تو ان کی شکل قطع ناقص کے

مانند نظر آتی ہے۔ اس منظر کی وجہ یہ ہے

کہ نیچے کا کنارہ اُٹنی کے زیادہ قریب ہونے

کی وجہ سے العطف کے ذریعہ اوپر کے کنارہ کی نسبت زیادہ اٹھتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔

پس انتصابی قطر اب جمع ہوا ہو کر اب کی طرح دکھائی دیا اور افق قطری بیگا۔

جب سویرج اور حیاذ انفی کے قریب ہوں تو ان کے امتصا بی قطروں میں یہ ٹپا ہرئی



افق

۲۶، منسلک

کمی پورے قطر کے تقریباً $\frac{1}{4}$ وہی حصہ کے مساوی ہوتی ہے یعنی تقریباً ۵ کے قریب ہوتی ہے۔

مشقیں

۱۔ ایک ستارہ کا ظاہری راستی فاصلہ ۳۰ ہے، اگر انعطاف کی قدر ۵۸ و ۲ ہو تو اس کا اصلی راستی فاصلہ معلوم کرو۔

یہاں انعطاف = ۵۸ و ۲ مس ۳۰

$$= \frac{1}{334} \times 582 = 334$$

∴ اصلی راستی فاصلہ = ۳۰

۲۔ ایک ستارہ کا ظاہری ارتفاع ۳۰ ہے، اگر انعطاف کی قدر ۵۸ و ۲ ہو تو اصلی ارتفاع معلوم کرو۔

جواب ۱۹ و ۲

۳۔ ایک ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے معلوم ہوا کہ اس کی جیب $\frac{5}{13}$ ہے یہ مان کر کہ ۵۴ کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار ۵۸ و ۲ ہے ستارہ مذکور کا اصلی ارتفاع معلوم کرو۔

یہاں انعطاف = ک مس

لیکن ک = ۵۸ و ۲ کیونکہ مس ۵۴ = ۱

اور مس = مم (ارتفاع) = $\frac{12}{5}$

$$\therefore \text{انعطاف} = 582 \times \frac{12}{5} = 192$$

لہذا اصلی ارتفاع مشاہدہ کردہ ارتفاع سے بقدر ۱۹ و ۲ کم ہے۔

۴۔ ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری ارتفاع ۶۰ اور ۳۰ کے مساوی ہیں اور انعطاف کے لئے متناظر تصحیحات ۱۰ و ۱۰ ہیں۔ مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔ جواب ۵۸ و ۲

۵۔ انعطاف کے زیر اثر ایک جسم کا ظاہری ارتفاع عہ ہے اگر اصلی ارتفاع عہ ہو تو مساوات عہ = عہ - ۵۸ و ۲ مم عہ کو ثابت کرو۔

۶۔ ایک مقام پر ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے ۴۸° ۲۸' اور ۲۲° ۱۸' مشاہدہ کئے گئے ہیں، اگر ان زاویوں کے تماس بالترتیب ۱۵۰۹ اور ۱۴۱ ہوں تو مقام مذکور کا عرض بلد معلوم کرو جبکہ انعطاف کی قدر ۵۸° ۵۲' ہو۔ یہاں (بلحاظ دفعہ ۴) ۲ عرض النہام = مس + مس + ک (مس + مس + مس) یا ۲ عرض النہام = ۴۷° ۲۸' + ۲۲° ۱۸' + ۵۸° ۵۲' (۱۵۰۹ + ۱۴۱)

$$۱۵۵ \times ۵۸۵۲ + ۲۶۹۹ =$$

$$۲۷۳۳۴۷۹ =$$

$$\therefore \text{عرض النہام} = ۳۴° ۳۵' ۳۳''$$

$$\therefore \text{عرض بلد} = ۵۵° ۱۴' ۵۷''$$

پانچواں باب

سورج

۴۴۔ ساکنانِ ارض کے لئے تمام اجرام فلکی کی نسبت سورج سب سے زیادہ اہمیت رکھتا ہے، اس کی شعاعیں نہ صرف زمین کو بلکہ باقی سیاروں کو بھی روشنی اور گرمی پہنچاتی ہیں، اس کی کشش ان کی حرکتوں پر ضبط قائم رکھتی ہے اور اس کی بدولت یہ اپنے اپنے مداروں پر گردش کرتے رہتے ہیں۔ اس لئے یہ مقام تعجب نہیں کہ نہایت قدیم زمانہ سے سورج کی شاندار ہستی امورِ ارضی پر اپنے نہایت وسیع اثرات کی بدولت اہل زمین کے لئے موجب تحریف و تعظیم رہی ہے۔

سورج ایک نہایت درجہ کا گرم اور روشن جرم ہے اور اس کا فاصلہ زمین سے تقریباً ۹۲۴۰۰۰۰۰ میل ہے خردہ پیمائش کے ذریعہ پیمائش کرنے سے اس زاویہ کی قیمت جو اس کے قرص کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے بالادوسط ۳۴' نکلتی ہے۔ اس کی مدد سے سورج کا قطر میلوں میں اس طرح محسوب ہو سکتا ہے۔

$$\frac{40 \times 32}{9240000} = \frac{1280}{9240000}$$

اس سے ہمیں سورج کے قطرق کی قیمت تقریباً ۸۶۰۰۰۰ میل حاصل ہوتی ہے جو زمین کے قطر کی تقریباً ۱۱۰ گنی ہے۔

چونکہ دو گروں کے حجم اُن کے قطروں کے مکعبوں کے تناسب ہوتے ہیں، اسلئے سورج کا حجم = $(110)^3 \times$ زمین کا حجم

= $1331000 \times$ زمین کا حجم

گویا اگر زمین کی جسامت کے ۱۳۳۱۰۰۰ گروں کو گپہلا کر ایک کرہ تیار کیا جائے تو موخر الذکر کرہ کا حجم تقریباً سورج کے حجم کے مساوی ہوگا۔

مگر سورج کی کثافت اس کی طبعی حالت کی وجہ سے زمین کی کثافت کا تقریباً ایک چوتھائی ہے جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ سورج کی کثافت زمین کی کثافت کی تقریباً ۳۳۳ گنی ہے۔

سورج کی ظاہری یومیہ اور سالانہ گردشیں

۴۵۔ اب اول میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ دیگر اجرام فلکی کی طرح سورج بھی مشرق سے مغرب کی طرف ایک ظاہری اور نسبتاً تیز یومیہ گردش رکھتا ہے، اس گردش کے علاوہ وہ مغرب سے مشرق کی طرف ثابت ستاروں میں ایک اور گردش بھی رکھتا ہے جسکی شرح تقریباً ۱° فی یوم کے مساوی ہے، اس موخر الذکر گردش کی تسیل ایک سال میں ہوتی ہے صعودِ مستقیم کی ۱° اوسط روزانہ کی تبدیلی، وقت کے تقریباً ۳۶۵ کے مساوی ہوتی ہے کیونکہ ۱° تقریباً ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں۔ پس اوسط شمسی دن کو کبھی دن سے بقدر تقریباً ۳۶۵ منٹ کے بڑا ہوتا ہے۔

اب دوم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ گردش حقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے پر مبنی ہے۔

اب ہم یہ بتائیں گے کہ طریق الشمس پر سورج کی یہ سالانہ گردش بھی دراصل سورج کے گرد ایک مدار پر زمین کے حرکت کرنے پر مبنی ہے۔

ثابت کے درمیان سورج کے مقام میں بتدریج تبدیلی ہوتی رہتی ہے اسکی وجہ سے

دورانِ سال میں کسی خاص ساعت پر افلاک کے منظر میں بھی تبدیلی نہ ہوتا رہتا ہے مثلاً وہ ستارے اور صورتِ سماوی جو انگلستان میں موسمِ سرما میں رات کے اچکے نظر آتے ہیں جیسے شعراے یمانی، دبران، ثریا، جبار وغیرہ گرام میں اسی ساعت پر اُفتی سے نیچے ہونگے اور نظر نہیں آئیں گے۔ اس کی توجیہ کوئی مشکل امر نہیں ہے اگر ہم یہ ملحوظ خاطر رکھیں کہ رات کے اچکے سے مراد سورج کے نصف النہار پر سے گزرنے کے اگھٹنے بعد کا وقت ہے، پس اگر مسلسل راتوں کو ایک ہی ساعت میں کسی ستارہ کو مشاہدہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کا مقام بلحاظ اُفتی کے اور بلحاظ نصف النہار کے بدلتا رہتا ہے۔

کرہ سماوی پر سورج کے سالانہ راستہ کو مرقم کرنا

۴۶۔ سورج کی نہایت تیز چمک کی وجہ سے رصد گاہ میں بھی اس کے قرص کے قریب کے ستاروں کو مشاہدہ نہیں کیا جاسکتا اور بنا بریں ان کے لحاظ سے اس کے مقام کو درست طور پر نہیں ناپا جاسکتا۔ اس صورت میں طرئی الشمس کے مرقم کرنے کے لئے ہمیں کیا کرنا چاہیے چونکہ زمانہ سلف کے ہیئت دان زیادہ صحت اور باریکی کے آلات سے محروم تھے اس لئے اُن کے لئے یہ مسئلہ فی الحقیقت بڑا مشکل تھا۔ ہپارکس (۱۶۰ قبل از مسیح) نے دن کے وقت سورج کا مقام بلحاظ چاند کے مقام کے معلوم کیا اور پھر رات کے وقت چاند کے مقام کو ثابت ستاروں میں معلوم کر کے اس سے سورج کا مقام مستنبط کیا۔ لیکن زمانہ حال کی رصد گاہ میں دائرہ مَرُور اور ہیئتِ کھڑی کی مدد سے ہم سورج کے مرکز کا صعود و مستقیم اور میل معلوم کر سکتے ہیں جس سے ہم کرہ سماوی پر ثابت ستاروں میں سورج کے مقام کا تعین کر سکتے ہیں۔ ہر روز دوپہر کے وقت ان مشاہدات کو دہرانے سے اس کا سالانہ راستہ مرقم ہو سکتا ہے۔

اس طرح کرہ سماوی پر طرئی الشمس کا نقشہ کھینچنے سے معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرہ کبیر ہے یعنی اس کی سطح مستوی زمین میں سے گزرتی ہے جو اس کے مرکز پر واقع ہے۔ لیکن صرف اس بنا پر کہ اس راستہ کا داخل خیالی کرہ سماوی پر ایک دائرہ ہوتا ہے ہمیں ہرگز گمان نہ کرنا چاہیے کہ سورج کی سالانہ گردش کی یہ توجیہ ہے کہ وہ زمین کے گرد دائرے میں گردش کرتا ہے۔ کیونکہ اگر سورج ایک دائرہ پر حرکت کرتا اور زمین اس دائرہ

کے مرکز پر ہوتی تو اس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا کہ اس کے قرص کے محاذی زمین پر ہمیشہ ایک ہی زاویہ بنتا بشرطیکہ خود سورج کے حجم میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ یہ زاویہ ہمیشہ وہی نہیں رہتا بلکہ اس میں اثنائے سال میں مسلسل تغیرات کا ایک دور واقع ہوتا رہتا ہے، اس کی بڑی سے بڑی قیمت ۳۱ دسمبر کو ۳۴° ہوتی ہے اور چھوٹی سے چھوٹی قیمت یکم جولائی کو ۳۱° ۳۲' ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج ۳۱ دسمبر کو زمین کے قریب ترین ہوتا ہے اور یکم جولائی کو بعد ترین لیکن فرق کچھ زیادہ نہیں ہوتا۔ اس سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر سورج زمین کے گرد گردش کرتا ہے تو اس کا راستہ مکمل طور پر نہیں لیکن تقریباً مستدیر ہے۔ زمین کی حرکت کی وجہ سے سورج کی ظاہری سالانہ گردش

۳۷۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ طریقی شمس پر سورج کی ظاہری سالانہ گردش اور مومنوں کی تبدیلیاں صرف اسی مفروضہ کی بنا پر سمجھائی جاسکتی ہیں کہ زمین سورج کے گرد اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے اور یہ گردش ایک سال میں پوری ہوتی ہے اس لئے ہم ذیل کے دو مفروضات میں سے کسی ایک کو مان سکتے ہیں:-

(۱) یا سورج زمین کے گرد حرکت کرتا ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے یا زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے۔

امور ذیل پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ صرف مؤخر الذکر مفروضہ ہی قابل تسلیم ہے۔ (۱) یہ معلوم ہے (دیکھو باب ششم) کہ سیارے جو غیر شفاف اجرام ہیں اور زمین کی طرح سورج سے ہی نور اور حرارت کسب کرتے ہیں وہ سب کے سب سورج کے گرد حرکت کرتے ہیں اور ان کے مدار تقریباً مستدیر ہیں۔ یہ بھی معلوم ہے کہ ان میں سے بعض زمین سے بڑے اور بعض زمین سے چھوٹے ہیں، بعض سورج سے زیادہ فاصلہ پر ہیں اور بعض کم فاصلہ پر، نیز زمین کی دوری مدت (۳۶۵ دن) اور سورج سے اس کا اوسط فاصلہ (۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل) دونوں کیلئے تیسرے کلیہ کو پورا کرتے ہیں (دیکھو باب ششم) جسکی نوے سیاروں کی دوری مدتوں کے مربعے ایسے بدلتے ہیں جیسے سورج سے ان کے اوسط فاصلوں کے مکعب، اب ہم موافقت حالات کی بنا پر استدلال کر سکتے ہیں کہ زمین بھی باقی سیاروں کی طرح سورج کے گرد گھومتی ہے۔

(۲) علمِ حرکت کے اصولوں کی رُو سے ہمیں معلوم ہے کہ سورج، زمین اور سیارے ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اور اس کشش کی وجہ سے یا ان کو ایک دوسرے سے آگے چاہیے یا پورے نظام کے مشترک مرکزِ ثقل کے گرد گھومنا چاہیے۔ لیکن اکیلے سورج کی کمیت باقی سب سیاروں کی مجموعی کمیت سے بھی بہت زیادہ ہے اس لئے سب کا مشترک مرکزِ ثقل سورج کے اندر ایک نقطہ ہے جو سورج کے مرکز سے کچھ زیادہ فاصلہ پر نہیں ہے، لہذا زمین اور دیگر سیاروں کو لازماً اس نقطہ کے گرد گردش کرنا چاہیے۔

(۳) ثابت ستاروں (باب ہشتم) کے نزدیک مناسبت کی توجیہ سوائے اس مفروضہ کی بنا پر کہ زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور کسی طرح نہیں کی جاسکتی۔

زمین کے محور کی متوازییت

۴۸۔ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اگرچہ زمین سورج کے گرد گھومتی ہے لیکن قطبِ سماوی کا مقام ستاروں کے لحاظ سے دورانِ سال میں تقریباً مستقل رہتا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ زمین کا محور ہمیشہ ایک ہی سمت میں یعنی اپنے متوازی رہتا ہے جبکہ زمین سورج کے گرد حرکت کرتی ہے۔

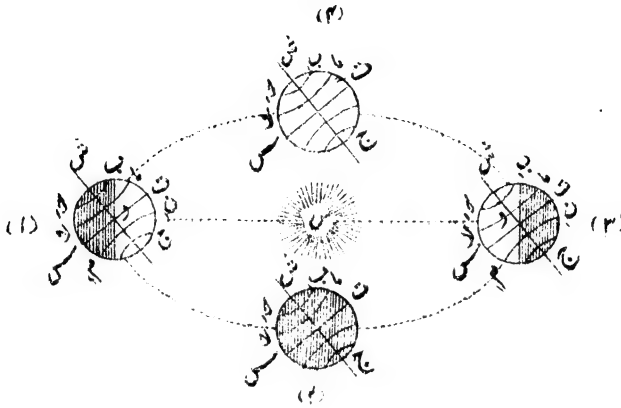
چونکہ طریقِ شمس کی سطحِ مستوی یا الفاظِ دیگر زمین کے مدار کی سطحِ مستوی خطِ استوا کے ساتھ $۲۳^{\circ} ۲۸'$ کا زاویہ بناتی ہے اس لئے زمین کا محور جو استوا پر عمود ہوتا ہے اس کے مدار کی سطحِ مستوی کے ساتھ $۶۶^{\circ} ۲۸'$ کے منہم کے برابر یعنی $۹۰^{\circ} ۲۸'$ کا زاویہ بناتا ہے۔

۴۹۔ موسموں کی تبدیلیاں مدار کی سطحِ مستوی کے ساتھ زمین کے محور کے اس مستقل میلان پر مبنی ہیں۔

شکل ۲، میں سورج کے گرد زمین کے مدار کی شکل دکھائی گئی ہے، شمس ج زمین کا محور ہے، اور انقلابِ گراہی اور اعتدالِ خریفِ دربیع کے لحاظ سے اس کے چار متوازی مقام دکھائے گئے ہیں۔ سمتِ استوا ہے، ا ب اور ج د بالترتیب بارہ شمالی اور بارہ جنوبی کے دائرے ہیں، زمین کا مرکز ہے اور م سورج ہے۔

محل (۱) انقلابِ سرہا (شکل کی بائیں جانب) اس سے زمین کا وہ محل تعبیر ہوتا ہے جب اس کے محور کا شمالی حصہ سورج کے سامنے

نہیں ہوتا یعنی جب \angle ش و س بڑے سے بڑا ہوتا ہے، یہ ۲۱ دسمبر کو واقع ہوتا ہے جب کہ سورج انتصا با خط جدی م ن پر ہوتا ہے۔



شکل ۲۷

چونکہ زاویہ ب و س = 90° اس لئے زاویہ ش و س = $90^\circ + 23^\circ 28' = 113^\circ 28'$ اگر کوئی شخص قطب شمالی پر کھڑا ہو تو اس کے لئے یہ وقت چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا کیونکہ شکل کو دیکھنے سے ظاہر ہے کہ زمین کی محوری گردش سے اس پر کا کوئی مقام جس کا فاصلہ ش سے $23^\circ 28'$ سے زیادہ نہ ہو سورج کے سامنے نہ آئیگا۔ اگر ہم ش سے $23^\circ 28'$ کے فاصلہ پر ایک صغیر دائرہ کھینچیں جو عین روشنی اور تاریکی کی حد فاصل تک پہنچتا ہو تو یہ دائرہ دائرہ بارہ شمالی پر منطبق ہوگا۔ قطب جنوبی کے گرد صورت حال اس کے عین برعکس ہوگی اور یہاں اس وقت چھ ماہ لمبے دن کا عین وسط ہوگا اور اگر کوئی شخص منطقہ بارہ شمالی میں کھڑا ہو تو اس کے لئے بعد در ۱۲ بجے پر بھی سورج غروب نہ ہوگا۔

محل (۳) انقلاب گرما (شکل کی دہریں جانب)

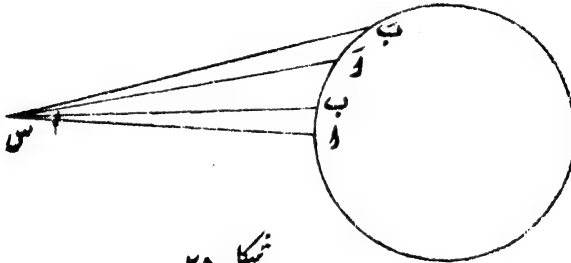
یہاں حالات بالکل برعکس ہونگے۔ زمین کا قطب شمالی سورج کے رخ پر ہوگا اور زاویہ ش و س کی قیمت چھوٹی سے چھوٹی یعنی $90^\circ - 23^\circ 28' = 66^\circ 32'$ کے مساوی ہوگی۔ اس صورت میں سورج خط سرطان لا ما پر عمود ہوگا اور اس وقت قطب شمالی پر چھ ماہ کے طویل دن کا وسط اور قطب جنوبی پر چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا۔

محل (۱۲) و (۱۴)

یہ دونوں محل درمیانی دقتوں کے وسط میں زمین کے اُن دو مقاموں کو ظاہر کرتے ہیں جبکہ استوا کی سطح مستوی سورج میں سے گزرتی ہے، لہذا ان اوقات میں سورج استوائے سماوی پر کسی نہ کسی اعتدالی نقطہ پر ہوتا ہے پس یہاں زاویہ نش و س = 90° لہذا روشنی اور تابریکی کی حد فاصل زمین کے قطبوں میں سے گزرتی ہے اور تمام زمین پر دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں، اس لئے ان دقتوں کو اعتدالِ لیل و نہار کہتے ہیں محل (۱۲) پر اعتدالِ ربیع اور محل (۱۴) پر اعتدالِ خریف ہوتا ہے۔

مقدار حرارت جو سورج سے روزانہ حاصل ہوتی ہے

۵۰۔ موسم سرما کی نسبت موسم گرما میں ہر روز سورج سے حرارت کی بالواسطہ زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے جس کے دو وجوہ ہیں (۱) سورج موسم سرما کی نسبت گرما میں زیادہ عرصہ اُفق کے اوپر رہتا ہے اور (۲) سورج سرما کی نسبت گرما میں زیادہ نصف النہاری ارتفاع پر ہوتا ہے لیکن اس کی کیا وجہ ہے کہ جب سورج کا نصف النہاری ارتفاع زیادہ ہو تو ہمیں حرارت کی زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے یہ نسبت اس صورت کے جب کہ وہ اُفق کے زیادہ قریب ہو۔



شکل ۲۸

کیا یہ کہنا درست ہے کہ وہ اس وقت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے؟ نہیں بلکہ وہ دوپہر کے وقت جبکہ اُس کی شعاعیں گرم ہوتی ہیں علامتاً اتنے ہی فاصلہ پر ہوتا ہے جتنے فاصلہ پر کہ وہ غروب کے وقت ہوتا ہے جبکہ اُس سے بظاہر بہت کم حرارت حاصل ہوتی ہے، مزید برآں ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ وہ وسط سرما کو وسط گرما کی نسبت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے۔ اس کی

اصلی وجہ یہ ہے کہ جب سورج آسمان پر زیادہ ارتفاع پر ہوتا ہے تو اسکی شعاعیں زمین پر سیدھی پڑتی ہیں اور برعکس اس کے جب وہ افق کے زیادہ قریب ہو تو اس کی شعاعیں زمین پر مڑھی پڑتی ہیں۔ اس لیے اس کا کیا سبب ہے کہ دوسری صورت کی نسبت پہلی صورت میں اسکی شعاعوں سے زیادہ حرارت پہنچتی ہے؟ یہ بات مثل ۲ پر غور کرنے سے واضح ہو جائیگی۔ فرض کرو کہ اس سورج کا کوئی نقطہ ہے اور اس Δ ب، Δ ب، Δ ب دو مخروط ہیں جن کے سر کے برابر ایسی زاویے مساوی ہیں، ان میں سے پہلا مخروط سطح زمین پر سیدھا پڑتا ہے اور دوسرا مڑھما، تب اگر کوئی شخص رقبہ Δ ب کے اندر کھڑا ہو تو اس کو سورج اوپر کی طرف دکھائی دینگا لیکن Δ ب کے اندر سے وہ اتنے افق کے نسبت قریب دکھائی دینگا۔

اب چونکہ مخروطوں کے برابر ایسی زاویے مساوی ہیں اس لئے ہم فرض کر سکتے ہیں کہ نقطہ اس سے حرارت کا اشعاع مساوی مقداروں میں ہوتا ہے اور بناؤ علیہ رقبہ Δ ب اور Δ ب دونوں حرارت کی مساوی مقداریں حاصل کرتے ہیں، لیکن رقبہ Δ ب جو مخروط کی ترجمہ ترائش سے حاصل ہوتا ہے Δ ب سے جو سیدھی ترائش سے حاصل ہوتا ہے بڑا ہے، اب چونکہ حرارت کی مساوی مقداریں دونوں رقبوں پر منقسم ہوتی ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ Δ ب کی نسبت Δ ب میں نی، اکائی رقبہ حرارت کی مقدار کم ہوگی۔

اس تشریح سے ذیل کے دونوں امور کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے اولاً یہ کہ سورج سے حاصل کردہ حرارت کی اوسط پیمائش حرارت موسم گرما میں بہ نسبت موسم سرما کے کیوں زیادہ ہوتی ہے اور دوسرے یہ کہ اگر باقی حالات وہی رہیں تو دوسرے کے وقت دیگر اوقات کی نسبت سورج کیوں زیادہ گرم معلوم ہوتا ہے معجزہ جب سورج افق کے قریب ہوتا ہے تو اس کی شعاعوں کو کرہ ہوائی کی زیادہ موٹائی میں سے گزرنا پڑتا ہے اور بنا بریں کرہ ہوائی میں حرارت کی نسبتاً زیادہ مقدار جذب ہو جاتی ہے جس سے شدید کرہ بالا حرارتوں کا تفاوت اور بھی بڑھ جاتا ہے۔

ان امور کی بنیادیں یہ توقع ہوتی ہے کہ شمالی عرض البلد میں سال بھر میں جون کا مہینہ سب سے گرم اور دسمبر کا مہینہ سب سے زیادہ سرد ہونا چاہیے لیکن عام طور پر یہ دیکھتے ہیں کہ اوسط تپش جون کی نسبت اگست میں زیادہ اور سردی دسمبر کی نسبت فروری میں زیادہ ہوتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ زمین موسم سرما میں اپنی جو حرارت خارج کر چکی تھی اُسکو دوبارہ حاصل کرنے کے لئے اسے جون تک کا عرصہ کافی نہیں ہوتا لیکن جون کے بعد کے چند مہینوں

میں زمین دن میں جتنی حرارت جذب کرتی ہے رات کے وقت اُتنی خارج نہیں کرتی۔ اس طرح سے اوسط پیش میں مسلسل اضافہ ہوتا رہتا ہے تا وقتیکہ چوبیس گھنٹوں میں حرارت کی حاصل شدہ اور خارج شدہ مقداریں باہم مساوی نہ ہو جائیں اسی طرح انقلابِ سرا کے بعد کچھ عرصہ تک زمین حرارت کی جو مقدار دن کے وقت حاصل کرتی ہے اس سے زیادہ رات کے وقت خارج کر دیتی ہے۔ اس لئے اس دوران میں زمین سے حرارت کا اخراج ہوتا رہتا ہے تا وقتیکہ چوبیس گھنٹے میں آمد و خرچ کی مقداریں مساوی نہ ہو جائیں اور جب یہ مساوی ہو جائیں گی تو اوسط پیش کا درجہ عموماً پست ترین ہوگا۔ اس سے اس پرانی کہاوت کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے کہ جو دن دن بڑھتا ہے سردی بھی بڑھتی ہے۔

یہی وجہ ہے کہ عینِ دوپہر کا وقت بھی دن کا گرم ترین وقت نہیں ہوتا کیونکہ اس کے بعد بھی کچھ عرصہ تک اکتسابِ حرارت کی شرح اخراج حرارت کی نسبت زیادہ رہتی ہے۔ اسی طرح سے رات کا سرد ترین وقت آمدی رات کو نہیں بلکہ اس کے کچھ بعد ہوتا ہے۔

یاد رہے کہ اور بھی بہت سے اسباب ہیں جو کسی مقام کی اوسط پیش پر اثر رکھتے ہیں مثلاً بادِ مہرُ ساحلِ سمندر سے بعد یا قُربِ اُطلجی رُو سے قُربِ سطحِ سمندر سے بلندی وغیرہ وغیرہ۔

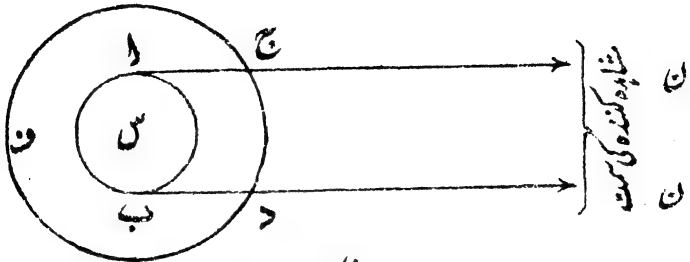
سورج کی گردش - سورج کے دھبے

۵۱۔ اگر سورج کے قرص کو ایک دُور بین میں سے مشاہدہ کیا جائے تو اس کی سطح پر اکثر سیاہ دھبے دکھائی دیتے ہیں۔ یہ دھبے پہلے مشرقی کنارے پر نظر آتے ہیں اور سورج کی چمک اور سطح پر آہستہ آہستہ حرکت کرتے ہوئے بالآخر مغربی کنارے کے پیچھے غائب ہو جاتے ہیں پھر تھوڑے عرصے کے بعد مشرقی کنارے سے نمودار ہوتے ہیں، علاوہ ازیں ان کے غائب رہنے اور دکھائی دینے کے عرصے دونوں مساوی ہوتے ہیں اور ہر ایک تقریباً $\frac{1}{13}$ دن کا ہوتا ہے۔ ان مشاہدات سے ہم ذیل کے ایک نہ ایک نتیجہ پر پہنچتے ہیں۔

(۱) یا یہ اجرام ہیں جو سورج کے گرد حرکت کر رہے ہیں اور سورج اور مشاہدہ کنندہ کے درمیان جاں بوج کی وجہ سے سورج کی سطح پر دھبوں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔

(۲) یا یہ خود سورج کی سطح پر واقع ہیں اور درج اپنے محور کے گرد گھومتے ہیں۔

پہلے نتیجہ کے بدرجہ اتم غیرِ غالب ہونے کی تصدیق حسبِ ذیل ہو سکتی ہے۔ فرض کرو کہ فاج ۲ (شکل ۲۹) سورج کے گرد اس قسم کے کسی جسم کے مقررہ راستہ کو تقیہ کرتا ہے۔



ن شکل ۲۹

مشاہدہ کنندہ کا مقام زمین پر ن ہے اور ن سے سورج کے ماس اُن، ب ن کھینچے گئے ہیں۔ یہ ماس تقریباً متوازی ہیں کیونکہ مشاہدہ کنندہ کا فاصلہ سورج کے قطر کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے۔ اب ظاہر ہے کہ جب جرم مفروضہ اپنے مدار ف ج د پر گردش کر رہا ہو تو یہ مشاہدہ کنندہ کو صرف اُسی عرصہ میں سورج کی سطح پر حرکت کرتا ہوا دکھائی دینگا جبکہ یہ مدار کا حصہ ج د طے کر رہا ہو اور قوس د ف ج پر حرکت کرتے وقت جرم مذکور مشاہدہ کنندہ کو نظر نہیں آئے گا۔ لیکن مشاہدہ سے ہم دیکھتے ہیں کہ یہ دونوں وقفے تقریباً مساوی ہیں اس سے ہم نتیجہ نکالتے ہیں کہ سورج ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے لیکن ان دھبوں کی پوری گردش کی اصلی مدت ان کی ظاہری گردش کی مدت سے قدرے کم ہوتی ہے کیونکہ اس میں زمین کی مداری حرکت کا لحاظ رکھنا چاہیے۔ دھبوں کا ظاہری دور ۲۷ یوم کا ہوتا ہے اور سورج ایکس وفعہ ۱/۲۵ یوم میں اپنی محوری گردش کی تکمیل کرتا ہے۔

یہ دھبے حاشیوں کی نسبت مرکز پر زیادہ تاریک ہیں، مرکز پر کے تاریک حصہ کو ظل محض کہتے ہیں، اس کے گرد کے مقابلہ کم تاریک حصہ کو ظل مشوب کہتے ہیں جو بظاہر نور کا اشعاع کرنے والے ریشوں پر مشتمل معلوم ہوتا ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ ان تبدیلیوں کے علاوہ جو ان دھبوں میں سورج کی محوری گردش کی بنا پر ظہور پذیر ہوتی ہیں ان کی ناپ اور شکل میں بھی تبدیلی واقع ہوتی رہتی ہے اور چند ہفتوں یا مہینوں کے بعد وہ بالکل غائب ہو جاتے ہیں۔ سربراہ رطال کے الفاظ میں ان واقعات سے جو نتائج مستنبط ہونے میں ان میں شبہ کی مطلق گنجائش نہیں، اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ سورج کی مرکزی سطح مادہ کی جھوس

حالت میں نہیں ہے اور نہ ہی مائع کی حالت میں ہے بلکہ گسی یا بخاری حالت میں ہے۔ اکثر اوقات ایسا ہوتا ہے کہ ایک بڑا دھندہ دو یا دو سے زیادہ چھوٹے دھندوں میں منقسم ہو جاتا ہے اور مشاہدہ کیا گیا ہے کہ بعض اوقات یہ دو حصے ایک دوسرے سے ایسی رفتار سے علیحدہ ہوتے ہیں جو ایک ہزار میل فی گھنٹہ سے کسی طرح کم نہیں ہوتی۔ بعض بڑے بڑے دھندوں میں دیکھا گیا ہے کہ ظل محض سے مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر ۱۰۰ کا زاویہ بنتا ہے جس سے تقریباً ۴۰ ہزار میل کا قطر تعمیر ہوتا ہے جو زمین کے قطر سے ۵ گنا بڑا ہے۔

سورج ایک کرہ ہے

۵۲۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے اور ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ قوس کی جو شکل مشاہدہ کنندہ کے سامنے آتی ہے وہ ہمیشہ مستدیر ہوتی ہے کیونکہ اس کے تمام قطر جو مختلف سمتوں میں خروہ پیا کے ذریعہ ناپے جائیں ہمیشہ مساوی ہوتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ سورج ایک کرہ ہے کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ سوائے کرہ کے کوئی جسم بھی ایسا نہیں جو اس طرح گھومتے جیسے سورج گھومتا ہے اور ہمیشہ مستدیر رخ پیش کرے۔

۱۰۔ شفق

۵۳۔ ہم دیکھتے ہیں کہ غروب کے بعد پوری تاریکی چھا جانے کے لئے کچھ عرصہ درکار ہوتا ہے اس عرصہ کو شفق کہتے ہیں۔ طلوع سے پہلے بھی اسی قسم کا کچھ وقفہ ہوتا ہے اس وقفہ کو صبح صادق کہتے ہیں۔ شفق سورج کی شعاعوں کے بے ربط انعکاس سے پیدا ہوتی ہے جبکہ یہ شعاعیں کرہ ہوائی کی اوپر کی تہوں سے منعکس ہوتی ہیں۔ جب سورج غروب ہو جاتا ہے تو اس کی شعاعیں زمین کے انحناء کی وجہ سے ہم تک راست نہیں پہنچتیں لیکن کرہ ہوائی یا اُن ذرات سے جو اس میں آویزاں ہوتے ہیں ٹکرا کر ہماری طرف منعکس ہوتی ہیں۔

جب چھٹے درجہ کے چھوٹے ستارے اس میں نظر آنے لگتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ شفق ختم ہو گئی۔ اس میں کلام نہیں کہ کرہ ہوائی کے حالات سے اس وقفہ کے طول میں جو عرصہ کے بعد مذکورہ بالا ستاروں کے دکھائی دینے تک گزرتا ہے بہت کچھ تغیر ہوتا رہتا ہے لیکن بالعموم چھٹے درجہ کے ستارے اُس وقت دکھائی دینے لگتے ہیں جبکہ افق کے نیچے سورج کا عمودی فاصلہ ۸ سے زیادہ ہو جاتا ہے۔

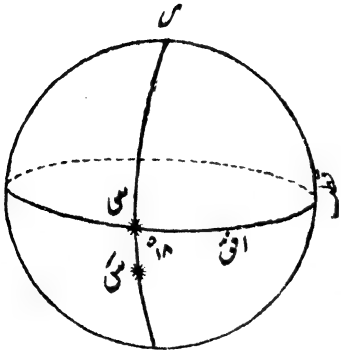
پس شفق ختم ہو جاتی ہے جبکہ سورج کا عمودی فاصلہ افق کے نیچے ۱۸ سے زیادہ ہو جائے۔ قلیل ترین شفق استوا پر ہوتی ہے۔ اگر طالب علم کرہ ہوائی (دفعہ ۲۰) کے نقشہ کو ملاحظہ کرے اور مشاہدہ کنندہ کو خط استوا پر کھڑا ہوا تصور کرے تو اسے اس کے سمجھنے میں کوئی وقت نہ ہوگی۔ سورج کا یومیہ راستہ اس جگہ افق کے زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے اس لیے اس کو افق کے نیچے ۱۸ تک پہنچنے میں بہت کم وقت لگتا ہے اس کے برعکس اگر کوئی شخص انگلستان میں مشاہدہ کرتا ہو تو سورج غروب ہوتے وقت افق کو زاویہ حادہ پر قطع کرے گا اور جوڑوں ہم شمال کی طرف جائیں یہ زاویہ زیادہ چھوٹا ہوتا جائیگا۔ اس لیے اسے افق کے نیچے ۱۸ کی عمودی گہرائی پر پہنچنے کے لئے نسبتاً زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑیگا اور بنا علیہ زیادہ وقت درکار ہوگا۔

۵۴۔ قطب شمالی اور قطب جنوبی پر شفق۔ ہم باب دوم میں دیکھ چکے ہیں کہ قطب شمالی پر سورج چھ مہینے افق کے نیچے رہتا ہے یعنی ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک لیکن وہ اس آسمان میں کبھی افق کے نیچے بہت زیادہ عمودی فاصلہ پر نہیں جاتا، اس کی بڑی سے بڑی گہرائی ۲۳ ہوئی ہے جس پر وہ ۲۱ دسمبر کو پہنچتا ہے۔ اس لئے اس چھ مہینے کی رات کا زیادہ حصہ شفق ہوتی ہے کیونکہ مطلق تاریکی اس وقت تک نہیں ہوتی جب تک کہ سورج افق کے نیچے ۱۸ کے اندر نہ رہتا ہے لیکن ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ شفق کا وقفہ اس چھ مہینے کی رات کی اتنی ہی کسر ہوگی جتنی کہ ۱۸، ۲۳، ۲۸ کی کسر ہے۔ اسکی وجہ یہ ہے کہ سورج کے میل میں جو تبدیلی ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہوتی۔ لیکن اگر اس کو درست تسلیم کر لیا جائے تو چھ مہینے کی رات میں سے تقریباً ۱۸ مہینے شفق کے ہونگے یعنی دو ماہ ۲۳ ستمبر کے بعد اور ۲ ماہ ۲۱ مارچ سے پہلے۔

نماہر ہے کہ یہ کلمات قطب جنوبی پر بھی صادق آئیں گے جس نشان میں سورج وہاں افق کے نیچے رہے یعنی ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک۔

جب سورج اعمدہ الین پر ہو تو خط استوا پر شفق کا وقفہ

۵۵۔ جب سورج اعمدہ الین پر ہو تو اس کا یومیہ راستہ تقریباً استوائی سماوی پر منطبق ہوتا ہے اور اگر کوئی شخص زمین کے خط استوا پر کھڑا ہو تو اسے یہ راستہ نقطہ اس اور نظیر میں سے گزرتا ہوا اور اس کے افق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہوا معلوم ہوگا۔



فرض کرو کہ سس بوقتِ غروب سورج کو تعبیر کرنا ہے (دیکھو شکل ۳۰) اور شفق کے اختتام پر سورج کا مقام سس ہے۔

اب ہمیں یہ معلوم کرنا ہے کہ اُسے اپنے یومیہ راستہ کے حصہ سس سس یعنی ۱۸ کے طے کرنے میں کتنا وقت درکار ہوتا ہے۔

چونکہ ۳۶۰ میں سے گزرنے میں ۲۲

گھنٹے صرف ہوتے ہیں

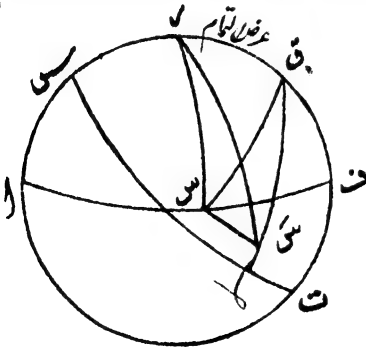
شکل (۳۰)

$$\therefore ۳۶۰ : ۱۸ :: ۲۲ \text{ گھنٹے} : \text{لا}$$

$$\therefore \text{لا} = \frac{۲۲ \times ۱۸}{۳۶۰} = \frac{۱}{۵} \text{ گھنٹے} = ۱۲ \text{ منٹ}$$

۵۶۔ کسی مقام پر شفق کے وقفہ کو محسوب کرنے کے لئے ہمیں دو کروی مثلث حل کرنے پڑتے ہیں جن میں سے ہر ایک کے تین تین اضلاع معلوم ہوں۔

فرض کرو کہ غروب کے وقت سورج کا مقام سس پر ہے اور اختتامِ شفق پر اس کا مقام سس ہے پھر دائروں کی چار توسوں کے ذریعہ سس اور سس کو نقطہٴ راس اور قطب سے ملاؤ۔ اب مثلث راق سس کے اضلاع معلوم ہیں کیونکہ راقی = ۹۰۔ عرض بلد سے عرض اتمام



شکل ۳۱

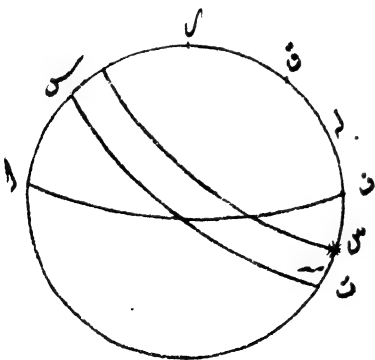
مربعی = ۹۰ + ۱۸ = ۱۰۸ کیونکہ سس افق سے ۱۸ نیچے ہے اور قی سس = ق لا۔ سس لا = ۹۰۔ سورج کا میل لیکن سال بھر کے ہر ایک دن کے لئے سورج کا میل بڑی جفتری سے معلوم ہو سکتا ہے۔ لہذا قی سس معلوم ہو سکتا ہے۔ اس طرح مثلث کے تینوں اضلاع معلوم ہو گئے ہاں مثلث

کو حل کرنے سے ہم زاویہ س ق میں معلوم کر سکتے ہیں جو شفق کے اختتام پر سورج کا ساعتی زاویہ ہے۔ اسی طرح سے مثلث م ق میں کے اضلاع معلوم ہو سکتے ہیں اور اس کو حل کرنے سے زاویہ س ق میں کی قیمت نکل سکتی ہے جو بوقت غروب سورج کا ساعتی زاویہ ہے۔ ان دونوں زاویوں کو تفریق کرنے سے زاویہ س ق میں نکل آتا ہے جو شفق کے وقفہ کی پیمائش ہے، اس کو ۳۶۰ درجوں کے لئے ۲۴ گھنٹے یا ۱۵ کے لئے ایک گھنٹہ کی شرح سے وقت میں تبدیل کرنے سے ہمیں شفق کا وقفہ حاصل ہوتا ہے۔

ظاہر ہے کہ کسی مقام پر شفق کا وقفہ مقام مذکور کے عرض بلد اور سورج کے میل پر منحصر ہوتا ہے کیونکہ اوپر کے کردی مثلثوں کے حل کرنے میں یہی دو مقداریں شامل ہوتی ہیں یعنی یہ اس پر موقوف ہے کہ مشاہدہ کنندہ زمین کے کس حصہ پر کھڑا ہے مزید برآں ایک ہی مقام پر یہ وقفہ موسم کے لحاظ سے بدلتا رہتا ہے۔

۵۷۔ ظاہر ہے کہ استوا پر یا اس کے قرب میں جہاں سورج کا یومیہ راستہ افق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے شفق تمام رات جاری نہ رہے گی۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کن شرائط کے تحت شفق تمام رات رہ سکتی ہے:-

کسی مقام پر شفق تمام رات ایسی جگہ بشرطیکہ مقام مذکور کا عرض بلد + سورج کا میل ۹۰ سے کم نہ ہو۔



شکل ۳۲

فرض کرو کہ جب سورج آدھی رات کو افق کے نیچے نصف النہار پر ہو تو اس کا مقام س ہے، تب ق ف = قطب کا ارتفاع = اس مقام کا عرض بلد = لہ اور س ت = سورج کا میل = مہ

اب ق ت = ۹۰ یعنی لہ + س ف + مہ = ۹۰

لیکن اگر شفق عین تمام رات رہے تو آدھی کو س ف = ۱۸

$$\therefore لہ + مہ = ۷۲$$

$$\therefore لہ + ۱۸ + مہ = ۹۰$$

پس اگر لہ + مہ = یا < ۲۲ تو شفق تمام رات بہتی ہے یہ کلیہ اسی صورت میں درست ہے جبکہ مقام مذکور کا عرض بلد اور سورج کا میل دونوں شمالی ہوں یا دونوں جنوبی۔ اگر عرض بلد شمالی ہو اور سورج کا میل جنوبی یا برعکس اسکے تو شرط بالا ہو جاتی ہے
لہ - مہ کم نہیں ہے ۲۲

مثالیں

- ۱۔ اگر زمین کا محور طریق شمس کی سطح میں ہو یا اس پر عمود ہو تو اس سے موسموں پر کیا اثر پڑے گا۔
- ۲۔ اگر سورج کا میل ۱۰ کا ہو تو چھوٹے سے چھوٹا معرض بلد معلوم کرو جس پر شفق تمام رات قائم بہتی ہے۔

$$\text{یہاں لہ} + \text{مہ} = ۲۲$$

$$\text{یا لہ} + ۱۰ = ۲۲$$

$$\therefore \text{لہ} = ۱۲$$

- ۳۔ اُس مقام کا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق عین تمام رات قائم رہے گی جبکہ سورج کا میل ۱۶ شمال ہو۔ (جواب ۵۶ شمال)

- ۴۔ بتاؤ کہ کس طرح ایک خاص مقام پر شفق کے وقفہ میں موسموں کے ساتھ ساتھ تبدیلی واقع ہوتی ہے (جواب دفعہ ۵۶)

- ۵۔ ان غرض بلد کی حدود معلوم کرو جن پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے جبکہ سورج کا میل ۱۰ شمال ہو۔ (جواب عرض ۵۶ شمال اور اس سے شمال کی طرف)

- ۶۔ سورج کا میل معلوم کرو جبکہ دہلی (عرض بلد ۲۰ ۵) پر شفق تمام رات باقی رہے (جواب ۱۸ ۲۰ شمال)

- ۷۔ وہ چھوٹے سے چھوٹا معرض بلد معلوم کرو جس پر شفق کا تمام رات رہنا ممکن ہے (جواب ۲۸ ۳۲)

- ۸۔ شفق کا وقفہ کن امور پر موقوف ہے، (جواب یہ مقام کا عرض بلد اور سورج کا میل)

- ۹۔ کیا پیرس (عرض بلد ۴۸ ۵۰) پر شفق تمام رات رہ سکتی ہے (دیکھو سوال ۷)

جواب (ہاں لیکن صحت انقلاب گرام سے قبل اور بعد حید راتیں)

- ۱۰۔ ثابت کرو کہ کس طرح ایک کروی مثلث کو حل کرنے کے کسی خاص تارک کو کسی خاص مقام پر غروب اور طلوع کا وقت محسوب کیا جاسکتا ہے۔ (جواب دفعہ ۵۶)

چھٹا باب

سیاروں کی گردشیں - نظام شمسی

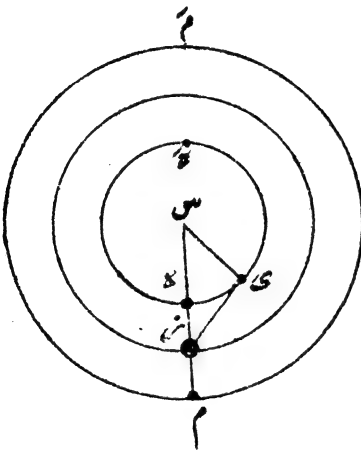
۵۸۔ ہم پہلے کسی باب میں ذکر کر چکے ہیں کہ جیسا کہ خالی انگلی سے دکھائی دے سکتے ہیں اور جن کا علم زمانہ قدیم کے ہیئت دانوں کو تھا جو دور بین سے محروم تھے یہ ہیں: عطارد، زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل۔

اگر کوئی مشاہدہ کنندہ بنیروہ بین کے یہ معلوم کرنا چاہے کہ آسمان پر کاکوئی خاص متوجہ جرم سیارہ ہے یا ستارہ تو اسے صرف اُس کے مقام کو اس کے گرد و نواح کے ثابت ستاروں کے لحاظ سے معلوم کرنا چاہئے مثلاً ممکن ہے کہ کیسی دو ستاروں کی سیدھ میں ہو یا ان سے ایک متساوی الاضلاع منشاٹ بنائے۔ اگرچہ ہفتوں کے بعد ان ثابت ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام میں کوئی تبدیلی ہو تو بہت ممکن ہے کہ یہ متذکرہ بالا سیاروں میں سے ایک سیارہ جب سے دور نہیں ایجاد ہوئی ہیں کسی ایک بڑے سیارے اور کسی سوچھوٹے سیارے دریافت ہو چکے ہیں۔ جو سیارے اب تک معلوم ہوئے ہیں ان کے نام سورج سے باہر کی طرف ترتیب وار یہ ہیں۔

داخلی سیارے	{	عطارد	سفلی سیارے
		زہرہ	
		زمین	
		مریخ	
خارجی سیارے	{	نجیبات	علوی سیارے
		مشتری	
		زحل	
		ہرشل	
		پلوچون	

جن سیاروں کے مدار سورج اور زمین کے درمیان واقع ہیں اُن کو سفلی سیارے کہتے ہیں۔ اور جن کے مدار زمین کے باہر واقع ہیں اُن کو علوی سیارے کہتے ہیں۔ عطارد اور زہرہ سفلی سیارے ہیں اور مریخ، مشتری وغیرہ علوی ان سیاروں کی تقسیم داخلی اور خارجی سیاروں کے نام سے بھی ہوئی ہے وہ سیارے جن کے مدار بچیات اور سورج کے درمیان واقع ہیں انکو داخلی سیارے کہتے ہیں اور باقی کو خارجی۔

سیاروں کے مدار بطریق شمس کی سطح مستوی کو نہایت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں۔ ۵۹۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ جملہ سیارے اپنی پوری گردش کے دوران میں طریقی شمس سے اوپر یا نیچے کبھی چند درجوں سے زیادہ نہیں جاتے۔ اس سے جو نتیجہ نکلتا ہے وہ بالکل یقین ہے: سورج کے گرد سیاروں کے مدار تقریباً طریقی شمس کی سطح مستوی یعنی زمین کے مدار کی سطح مستوی میں ہیں، درحقیقت وہ طریقی شمس کی سطح مستوی کو بہت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں۔



شکل ۳۳

تعریف۔ جب کوئی سیارہ حرکت کرتے کرتے سورج اور زمین کے درمیان آجائے تو اس کو یوں بیان کرتے ہیں کہ سیارہ مذکور اوئی اقتران میں ہے اور اگر سورج اور زمین کے درمیان واقع ہو تو کہتے ہیں کہ ستارہ مذکور اعلیٰ اقتران میں ہے۔ مثلاً اگر زمین کو تعبیر کرے تو اوئی اقتران کے وقت سیارہ کا مقام کا پر ہوگا اور اعلیٰ اقتران کے وقت

کا پ (دیکھو شکل ۳۳)

کوئی سیارہ مقابلہ میں اُس وقت ہوتا ہے جبکہ زمین اس سیارہ اور سورج کے درمیان آجائے۔ مثلاً مقام م پر سیارہ مقابلہ میں ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ صرف سفلی سیارہ ہی اوئی اقتران میں ہو سکتا ہے اور صرف علوی سیارہ ہی مقابلہ میں ہو سکتا ہے۔

کسی ستیاریہ کے عقدوں سے وہ دو نقطے مراد ہیں جن پر اس کا مدار طریق شمس کی سطح مستوی یعنی مدار عرض کی سطح مستوی کو قطع کرتا ہے ان میں سے وہ نقطہ تقاطع جس میں سے سیارہ طریق شمس کی جنوبی جانب سے شمالی جانب کو جاتے وقت گزرتا ہے صعودی عقد کہلاتا ہے، دوسرے نقطہ کو نزولی عقد کہتے ہیں۔

نوٹ۔ ظاہر ہے کہ اگر کسب ستیاریوں کے مدار، مدار زمین ہی کی سطح مستوی میں ہوتے اور اس کو چھوڑے زاویوں پر نہ کاٹتے جیسا کہ حقیقت حال ہے تو جب کبھی ادنیٰ اقتران واقع ہوتا تو ہم ادنیٰ ستیاریہ کو سورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دیکھ سکتے تھے۔ لیکن یہ منظر شاذ و نادر تو ع میں آتا ہے اگرچہ ادنیٰ ستیاریہ اکثر اوقات ادنیٰ اقتران میں ہوتے ہیں لیکن چونکہ وہ ساتھ ہی طریق شمس کی سطح مستوی میں نہیں ہوتے اس لئے وہ سورج سے اوپر یا نیچے دکھائی دیتے ہیں۔ جب یہ ستیاریہ مدار ارض کی سطح مستوی میں ہوں جو صرف اسی صورت میں ہو سکتا ہے جبکہ یہ اپنے عقدوں میں سے گزر رہے ہوں تو یہ بالعموم ادنیٰ اقتران میں نہیں ہوتے پس مرور کے لئے ضروری ہے کہ ستیاریہ ادنیٰ اقتران میں ہی ہوں اور اپنے ایک عقدہ پر بھی ہوں۔

تعریف۔ سورج سے کسی ستیاریہ کا ابتداء اُس زاویہ کو تعبیر کرتا ہے جو سورج اور ستیاریہ مذکور کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ مثلاً شکل ۳۳ میں سورج سے ستیاریہ می کا ابتداء زاویہ میں ذرا ہے۔

نتیجہ صریح۔ ظاہر ہے کہ ہر ایک سفلی ستیاریہ کا ابتداء ہمیشہ ایک حادہ زاویہ ہوگا۔ اس کی بڑی سے بڑی قیمت کہیں ہی کے نزدیک اُس وقت ہوگی جبکہ خطی زاویہ کے مدار کا محاسن بن جائے۔ برعکس اُس کے کسی علوی ستیاریہ کے ابتداء کی قیمت ۹۰ سے ۱۸۰ تک کچھ ہی ہو سکتی ہے اور ۱۸۰ اُس وقت ہوتی ہے جبکہ ستیاریہ مذکور مقابلہ میں ہو۔

طالب علم کو چاہیے کہ اس امر کو بھی طرح ذہن نشین کر لے کہ چونکہ اس سے معلوم ہو جاتا ہے کہ علوی ستیاریہ سورج سے تمام زاویہ فاصلوں پر دکھائی دے سکتے ہیں اور جب یہ مقابلہ میں ہوتے ہیں تو یہ کہ سہادی پر سورج کے عین مقابل کے نقطہ پر واقع ہوتے ہیں یعنی نصف النہار کو عین آدھی رات کو عبور کرتے ہیں اور برعکس اس کے سفلی ستیاریہ عطارد اور زہرہ سورج سے ہمیشہ چھوٹے زاویہ فاصلوں پر رہنے کی وجہ سے غروب کے بعد مغرب میں یا طلوع سے قبل مشرق میں دیکھے جاسکتے ہیں اور ان کا مشرق یا مغرب میں دکھائی دینا سورج اور زمین کے

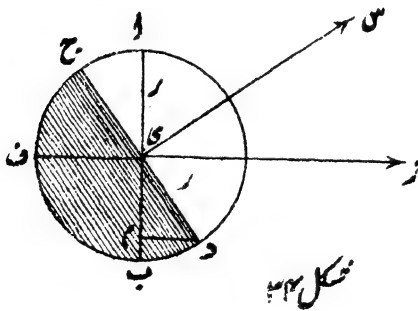
لحاظ سے ان کے مقام پر موقوف ہے۔

عطارد کا (سورج سے) بڑے سے بڑا ابتداء بھی اس قدر چھوٹا ہوتا ہے کہ اس کو بہت آنکھ سے شاذ و نادر ہی دیکھ سکتے ہیں اور وہ بھی نہایت قلیل عرصہ کے لئے بعد از غروب یا قبل از طلوع۔

سیاروں کی ہیئتیں

۶۰۔ چونکہ سیارے بھی زمین کی مانند ایسے اجرام ہیں جو بذاتِ خود روشن نہیں بلکہ اپنی روشنی سورج سے کسب کرتے ہیں اس لئے ایک وقت میں ان کی نصف سطح روشن ہو سکتی ہے اور باقی نصف تاریک رہتی ہے یہ امر ایک گولہ کو لمپ کے سامنے رکھنے سے واضح ہو سکتا ہے۔ اس گولہ کا نصف حصہ جو لمپ کے مقابل ہے روشن ہوگا اور باقی نصف تاریک۔ اظہار ہے کہ اگر ہم لمحاظِ لمپ اور گولہ کے اپنے مقام کو مناسب طور پر بدلیں تو ہم منور سطح کا جس قدر حصہ چاہیں دیکھ سکتے ہیں۔ سیاروں کی بھی کیفیت ہے۔ جیسے جیسے زمین اور سورج کے لحاظ سے ان کا مقام بدلتا ہے ان کی منور نصف سطح کے اس حصہ میں بھی جو ہمارے سامنے ہوتا ہے تبدیلی واقع ہوتی رہتی ہے۔ ان تبدیلیوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ یہ کہنے کی ضرورت نہیں کہ یہ ہیئتیں برہندہ آنکھ سے تیز نہیں ہو سکتیں۔

۶۱۔ کسی سیارہ کی منور سطح کا جو حصہ زمین کے رخ پر ہو اس کی بڑی سے بڑی چوڑائی اس زاویہ کے مکمل کے متناسب ہوتی ہے جو زمین اور سورج کے محاذی سیارہ مذکور پر بنتا ہے۔



فرض کرو کہ ی س
اور ی ذ سیارہ کے مرکز
ی سے بالترتیب سورج
اور زمین کی سمتیں ہیں ی
میں سے سمت ی س پر
عمود ج د نکلاو تب
ج د تاریکی اور روشنی

کی حدود کو تعبیر کرتا ہے اسی طرح اگر ی میں سے ی ذ پر عمود ا ب نکالا جائے تو زاویہ ا ی د جو قوس ا د کی ناپ ہے سیارہ کی منور سطح کے اس حصہ کی بڑی سے بڑی

چوڑائی ہے جو زمین پر سے دیکھنے سے منظور آتا ہے۔

نیز چونکہ سورج اور زمین کے محاذی ہی پر جو زاویہ بنتا ہے وہ س ی ز ہے اور اس کا خارجی زاویہ س ی ف ہے، اس لئے اب ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ

$$\angle \text{ای د} = \angle \text{س ی ف}$$

$$\angle \text{س ی د} = \angle \text{ای ف} = \text{زاویہ قائمہ}$$

ہر ایک میں چھ کرو $\angle \text{س ی ا}$

$$\angle \text{ای د} = \angle \text{س ی ف}$$

... وغیرہ وغیرہ

۶۲۔ کسی سیارہ کی منور سطح کی ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے اُس زاویہ کے کمرے کا ہیم جو سورج اور زمین کے محاذی سیارہ مذکور پر بنتا ہے۔

ہم اس سے پہلے دیکھ چکے ہیں کہ بڑی سے بڑی چوڑائی $\angle \text{د خارجی زاویہ س ی ف}$ سے ناپی جاتی ہے۔ لیکن $\angle \text{د}$ کی ظاہری چوڑائی $\angle \text{م}$ سے ناپی جائیگی جو $\angle \text{د کا ظل ہے}$ ایک ایسے خط پر جو ی ز پر عمود ہے جہاں ی ز مشاہدہ کنندہ کی سمت ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ سیارہ کی چوڑائی کے مقابلہ میں زمین بہت دور ہے اس لئے ہم ان سب خطوں کو جو مشاہدہ کنندہ سے سیارہ کی سطح تک کھینچے جائیں باہم متوازی یا بالفاظ دیگر سب کو $\angle \text{ب}$ پر عمود تصور کر سکتے ہیں۔

∴ ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے $\angle \text{م}$

$$\text{لیکن } \angle \text{م} = \angle \text{م} + \angle \text{ر} = \angle \text{م} + \angle \text{ر جم ب ی د}$$

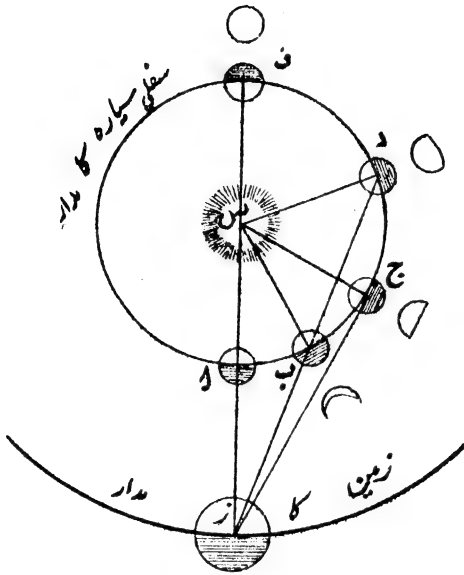
$$= (\angle \text{جم ب ی د} + \angle \text{د})$$

$$= (\angle \text{جم ا ی د} - \angle \text{ا}) = \angle \text{رہیم الحجب ا ی د}$$

$$= \angle \text{رہیم الحجب س ی ف}$$

سفلی سیاروں کی ہفتیں

۶۳۔ فرض کرو کہ $\angle \text{ج د ف}$ ایک ادنیٰ سیارہ کے مدار کو تعبیر کرتا ہے ز زمین ہے اور س سورج ۔ ہم یہاں فرض کریں گے کہ زمین ساکن ہے اور سورج کے گرد سیارہ کی زاویہ رفتار زمین کی زاویہ رفتار سے جس قدر زیادہ ہے سیارہ مذکور اس زاویہ رفتار سے



شکل (۳۵)

سورج کے گرد گھوم رہا ہے۔ (اہم بعد ازاں دیکھیں گے کہ دو سیاروں میں سے اُس سیارہ کی زاویہ رفقار زیادہ تیز ہوتی ہے جو سورج کے زیادہ نزدیک ہو)۔ زاویہ رفقاروں کا یہ تفاوت سیاروں کی ظاہری حرکت کی بعینہ تغیر کرتا ہے جو زمین سے دکھائی دیتا ہے۔

جب سیارہ اوپر اونی اتران میں ہو تو اس کی منور سطح کا کوئی حصہ دکھائی نہیں دیتا۔ ب پر چھوٹا سا ہلال

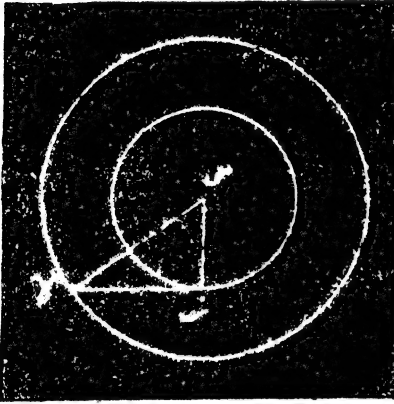
دکھائی دے گا جس کی بڑی سے بڑی چوڑائی خارجی زاویہ θ ب د کے مساوی ہوگی جو ایک حادثہ زاویہ ہے۔

جب سیارہ سورج سے بڑے سے بڑے ابتعاد پر پہنچ جائے اور ج پر ہو جہاں رُج اس کے مدار کا مس ہے تو زمین اور سورج کے محاذی اس پر جو زاویہ بنتا ہے اس کا خارجی زاویہ ایک قائمہ کے مساوی ہے اور سیارہ مذکور نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیتا جیسے پہلی یا تیسری تریج کا چاند۔ اس کو یوں بیان کرتے ہیں کہ سیارہ شکلِ تصفیہ ہے۔ θ پر چونکہ سیارہ کا خارجی زاویہ 90° سے 180° کے مساوی ہے، اس لئے یہ منفہ ہے اور عرض اگرچہ مکمل نہیں لیکن تقریباً مکمل دکھائی دیتا ہے۔ اس ہیت میں سیارہ کو مقبب کہتے ہیں۔

ف پر ہیئت کامل واقع ہوتی ہے جسکو بدہ کہتے ہیں، اس کے بعد متذکرہ بالا ہیئتیں ترتیب معلومی میں نمود کرتی ہیں حتیٰ کہ سیارہ پھر ادنیٰ اقتراں پہ پہنچ جاتا ہے۔

علمی سیاروں کی ہیئتیں

۴۴۔ ظاہر ہے کہ علمی سیارہ ہر حالت میں یا بدر و کھائی دیگا یا مقبب کیونکہ اس کا مدار زمین کے مدار سے باہر ہوتا ہے لہذا مشاہدہ کنندہ سیاروں کے ہمیشہ اُسی جانب واقع ہوگا جس میں سورج واقع ہے اس لئے ہمیشہ اس کی کل منور سطح یا اس کا بیشتر حصہ مشاہدہ کنندہ کے مقابل رہیگا۔ یہ امر یوں بھی واضح ہو جاتا ہے کہ سیارہ پر جو زاویہ بنتا ہے اس کا کسین ہمیشہ منفرد ہوتا ہے اسلئے اس کی منور سطح کا جو حصہ مشاہدہ کنندہ کو دکھائی دیتا ہے وہ ہمیشہ نصف دائرہ سے بڑا ہوتا ہے۔



شکل ۳۶

یہ آسانی سے معلوم ہو سکتا ہے کہ علمی سیارہ کی منور سطح کا سب سے کم حصہ زمین کے سامنے اُس وقت ہوگا جبکہ سورج اور سیارہ کے محاذی زمین پر زاویہ قائم بنے۔ بالفاظ دیگر علمی

سیارہ ترجیح کی حالت میں زیادہ سے زیادہ مقبب ہوتا ہے۔

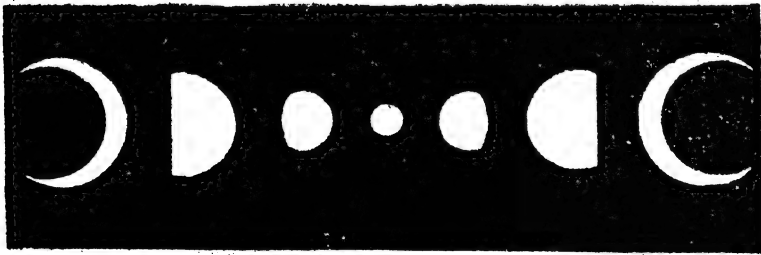
فرض کرو کہ سیارہ لا پر ہے (شکل ۳۶)۔ اب ظاہر ہے کہ سیارہ مذکور زیادہ سے زیادہ مقبب اس وقت دکھائی دیکھا جبکہ لا پر کا خارجی زاویہ چھوٹے سے چھوٹا ہو یعنی جب لا زاویہ من لا نہ بڑے سے بڑا ہو۔ لیکن زاویہ من لا نہ بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب لا نہ زمین کے مدار کا (جسکو مستدیر مانا گیا ہے) تماس ہو۔ کیونکہ اگر لا کو ساکن فرض کیا جائے اور صرف زمین کو ہی حرکت کرتی ہوئی فرض کیا جائے تو سورج سے زمین کا ابتداء جو لا پر سے دکھائی دیتا ہے یعنی زاویہ من لا نہ بڑے سے بڑا اس وقت ہوگا جب لا نہ تماس ہو۔

سیاروں کی چمک

۶۵۔ کسی سیارہ کی چمک دو باتوں پر موقوف ہے (۱) زمین سے اس کے فاصلہ پر اور (۲) اس کی منور سطح کے اس حصہ پر جو زمین کے سامنے ہو۔ اگر یہ بیان لیا جائے کہ سیارہ کی منور سطح کا مساوی حصہ زمین کے مقابل رہتا ہے تو یہ زیادہ چمکدار معلوم ہوگا جب زمین کے زیادہ قریب ہو کیونکہ اس کی روشنی کی حدت اس کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے مثلاً اگر یہ کسی مفروضہ فاصلہ پر ایک خاص حدت رکھتا ہو تو دو گنے فاصلہ پر حدت $\frac{1}{4}$ رہ جائیگی اور تین گنے فاصلہ پر $\frac{1}{9}$ وغیرہ وغیرہ۔

سفلی سیارے اعلیٰ اقتران پر زیادہ سے زیادہ چمکدار نہیں معلوم ہوتے کیونکہ اگرچہ وہ اس وقت ہیئت بدر میں ہوتے ہیں لیکن ساتھ ہی اس وقت زمین سے ان کا فاصلہ بڑے سے بڑا ہوتا ہے۔ مثلاً زہرہ کا فاصلہ اقتران اعلیٰ پر اقتران ادنیٰ کی نسبت چھ گنا ہوتا ہے صورت اول میں اس کے قرص کے محاذی اذکاراویہ بنتا ہے اور صورت آخر میں ۶۶ کا یہ دریافت کیا جا چکا ہے کہ زہرہ سب سے زیادہ چمکدار اس وقت معلوم ہوتا ہے جب اس کا ابتعاد سورج سے ۴۴ کے قریب ہو یعنی جب یہ نسبتاً اقتران ادنیٰ سے قریب ہو، اگر اس وقت اسکو دور بین سے دیکھا جائے تو یہ باریک ہلال سا دکھائی دیتا ہے لیکن زمین کے نزدیک ہونے کی وجہ سے اس ہلال کا رقبہ اقتران اعلیٰ پر اس کے پورے منور قرص کے رقبہ کی نسبت زیادہ معلوم ہوتا ہے۔

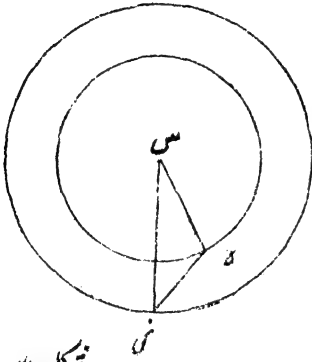
علوی سیارہ صریحاً سب سے زیادہ چمکدار اس وقت معلوم ہوگا جبکہ یہ مقابلہ میں ہو کیونکہ اس وقت یہ نہ صرف ہیئت بدر میں دکھائی دیتا ہے بلکہ زمین سے اس کا فاصلہ بھی چھوٹے سے چھوٹا ہوتا ہے۔



شکل ۳۷۔ زمین سے مختلف فاصلوں پر زہرہ کے ظاہری ہایپ

کسی وقت پر سورج سے ایک سفلی سیارہ کے فاصلہ اور زمین کے فاصلہ کی نسبت معلوم کرنا۔

۶۶۔ فرض کرو کہ نر، ۵ اور س بالترتیب زمین، زہرہ اور سورج کو تغیر کرتے ہیں نیز فرض کرو کہ سیاروں کے مدار مستدیر ہیں اور ایک ہی سطح مستوی میں واقع ہیں۔



شکل ۳۸

تب زاویہ ۵ نر س مشاہدہ سے معلوم ہو سکتا ہے اور زاویہ نر س ۵ محسوب کیا جاسکتا ہے کیونکہ یہ وہ زاویہ ہے جو زہرہ سابق اقتران ادنیٰ سے لیکر وقت مشاہدہ تک زمین سے آگے چل گیا ہے۔ اسے محسوب کرنے کا طریقہ حسب ذیل ہے۔

فرض کرو کہ وقت = دو ادنیٰ اقترانوں کا درمیانی وقفہ دنوں میں اور لا = فاصلہ ایام سابق اقتران ادنیٰ سے آج مشاہدہ تک۔

∴ زہرہ زمین سے ۳۶۰ آگے چل جاتا ہے دنوں میں

$$\therefore = \frac{360}{\text{ت}}$$

$$\therefore = \frac{360}{\text{ت}} \times \text{لا} \quad \therefore \text{لا دنوں میں}$$

∴ نر س ۵ معلوم ہو جاتا ہے اور مثلث س نر ۵ کے سب زاویے معلوم ہو سکتے ہیں، لیکن

$$\frac{\text{س نر}}{\text{س ۵}} = \frac{\text{جب س ۵ نر}}{\text{جب س نر ۵}}$$

∴ نسبت س نر : س ۵ معلوم ہو جاتی ہے اسی طرح سورج سے کسی علوی سیارہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت معلوم ہو سکتی ہے، ثبوت بعینہ حسب سابق ہے۔ لیکن اس صورت میں زمین سیارہ سے زیادہ تیز چلتی ہے۔

تعریف۔ کسی سیارہ کی دوری مدت سے وہ مدت مراد ہے جو سورج کے گرد سیارہ کی گردش کی تکمیل میں لگتی ہے اس مدت کو بالعموم کوکبی دور بھی کہتے ہیں۔
اقتরانی مدت سے وہ وقفہ مراد ہے جو سفلی سیارہ کے ایک ہی قسم کے دو اقترانوں (دونوں ادنیٰ یا دونوں اعلیٰ) کے مابین، یا اگر سیارہ علوی ہو تو دو مقابلوں کے مابین واقع ہوتا ہے کسی سیارہ کی اقتরانی مدت معلوم ہو تو اس کے کوکبی دور کی تعیین۔
سفلی سیارہ

۶۷۔ فرض کرو کہ سیارہ کا کوکبی دور دونوں میں = ی

زمین " " " = ن

ت = اقترانی دور

∴ $\frac{۳۶۰}{ی} =$ وہ زاویہ جو سیارہ ایک دن میں طے کرتا ہے۔

اور $\frac{۳۶۰}{ن} =$ وہ زاویہ جو زمین ایک دن میں بناتی ہے۔

∴ $\frac{۳۶۰}{ی} - \frac{۳۶۰}{ن} =$ وہ زاویہ جو سیارہ ایک دن میں زمین سے آگے نکل جاتا ہے کیونکہ سفلی سیارہ کی چال تیز ہے۔

لیکن $\frac{۳۶۰}{ت} =$ بھی وہ زاویہ ہے جو سیارہ ایک دن میں زمین سے آگے نکل جاتا ہے۔

$$\therefore \frac{۳۶۰}{ی} - \frac{۳۶۰}{ن} = \frac{۳۶۰}{ت}$$

∴ $\frac{۱}{ی} - \frac{۱}{ن} = \frac{۱}{ت}$
لیکن ن = ۲۵ و ۳۶۵ دن اس لئے اگر ت معلوم ہو تو ی معلوم ہو سکتا ہے۔
مثال

عطارد کی دو ادنیٰ اقترانوں کا وقفہ ۱۱۶ دن ہے، اس کی دوری مدت معلوم کرو۔

$$\frac{۱}{ی} = \frac{۱}{۳۶۵ و ۲۵} - \frac{۱}{۱۱۶}$$

$$\therefore \frac{۱}{ی} = \frac{۴۸۱ و ۲۵}{۳۶۵ و ۲۵ \times ۱۱۶} \quad \therefore ی = ۸۸ \text{ دن تقریباً}$$

اسی طرح سے کسی علوی سیارہ کے لئے ضابطہ یہ ہے

$$\frac{۱}{ن} = \frac{۱}{ی} - \frac{۱}{ت}$$

کیونکہ زمین مقابلہ زیادہ تیز ہے پس دوا دنی اقترانوں (یا مقابلوں) کا درمیانی وقفہ معلوم کرنے سے ہم کسی ستیارہ کا کوئی دور محسوب کر سکتے ہیں جبکہ اس کے مدار اور زمین کے مدار دونوں کو مستدیر مانا جائے۔

کیلر کے تین کلیے

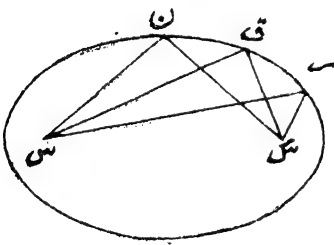
۶۸۔ ڈنمارک کے مشہور ہیئت دان کیلر نے جو سترھویں صدی کے شروع میں گذرا ہے پہلے پہل ذیل کے کلیوں کو صراحت سے بیان کیا۔

۱۔ ہر ایک ستیارہ سورج کے گرد ایک ہیلیجی (قطع ناقص) مدار پر حرکت کرتا ہے اور سورج اس ناقص کے ایک ماسکہ پر واقع ہوتا ہے۔

۲۔ وہ خط مستقیم جو سورج سے سیارہ تک کھینچا جائے (یعنی ستیارہ کا نیم قطر سمتی) مساوی وقتوں میں مساوی رقبہ طے کرتا ہے۔

۳۔ سیاروں کی دوری مدتوں کے مربے سورج سے اُن کے اوسط فاصلوں کے مکعبوں کے تناسب ہوتے ہیں۔

تعریف۔ قطع ناقص سے مراد ایک مستوی شکل ہے جو ایک ایسے خط سے محدود ہوتی ہو کہ شکل کے اندر کے دو ثابت نقطوں سے اس خط (جسکو محیط کہتے ہیں) پر کے ہر ایک



شکل ۳۹

نقطہ کے فاصلوں کا مجموعہ ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ ان ثابت نقطوں

کو ناقص کے ماسکے کہتے ہیں۔

مثلاً اگر س اور ن س دو

ماسکے ہوں (دیکھو شکل ۳۹) تو

$$س ن + س ن = س ق$$

$$+ س ق = س ق + س ن$$

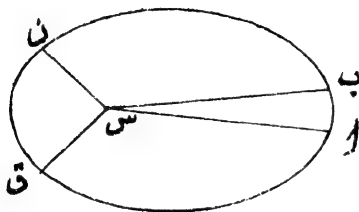
پس ایک ناقص ذیل کی جلی

ترکیب سے مرتب ہو سکتا ہے۔

دوا اپنیس لیکر اُن کو ایک مستوی تختہ یا میز میں س، س پر گاڑ دو اور ان کے گرد ڈوری کا ایک ڈھیلا حلقہ ڈال دو۔ اب اگر پینسل کی نوک کو ڈوری سے لگا کر اپنیوں کے

گرد ایک حلقہ اس طرح کھینچا جائے کہ دوی ہمیشہ تنی رہے اور پہلے بالترتیب نقاط n ، q ، p میں سے گزرے تو اس طرح سے جو منحنی مرتسم ہوگا وہ ناقص کی شکل کا ہوگا اور s اس پر کی اپنی اس کے ماسکوں پر واقع ہوگی۔

کپلر کا دوسرا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ سیاروں کے لئے سمتی نیم قطر مساوی دقتوں میں مساوی رقبے طے کرتے ہیں یعنی اگر دقتوں a ، b اور n ق میں سے گزرنے کے اوقات باہم مساوی ہوں تو رقبہ s a ، b = رقبہ s n ق اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ کوئی سیارہ سورج



کے جتنا نزدیک ہوگا اتنی ہی اسکی رفتار زیادہ ہوگی کیونکہ اگر ہم یہ فرض

کریں کہ توسیس a ، b اور n ق وقت کی ایک چھوٹی اکائی

میں طے ہوتی ہیں تو چونکہ یہ توسیس سیارہ سے سورج کے فاصلہ کے مقابلہ

میں نہایت چھوٹی ہوتی اس لئے

ان کو بالآخر خطوط مستقیم تصور کیا جاسکتا ہے۔ نیز چونکہ مثلثوں a ، b ، s اور n ق s کے رقبے مساوی ہیں اس لئے اگر a کا فاصلہ s سے زیادہ ہو بہ نسبت a کا فاصلہ کے

جون ق کا s سے ہے تو ظاہر ہے کہ a چھوٹا ہوگا n ق سے یعنی a کی نسبت n ق پر سیارہ کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

فرسغ۔ چونکہ وسط مرا میں زمین سورج کے زیادہ نزدیک ہوتی ہے اس لئے ہم دیکھتے ہیں کہ اس کی رفتار اس وقت اپنے مدار کے کسی اور حصہ کی نسبت زیادہ ہوتی ہے۔

کپلر کے کلیوں کی تصدیق

۴۵۔ زمین کی صورت میں ایک متوازی تاروں کے لئے یا مخروط پیمائے کے ذریعے براہ راست سورج کا ظاہری قطر ناپنے سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ زمین کا مدار ٹھیک دائرہ

کی شکل کا نہیں ہے اور بناءً علیہ زمین کا فاصلہ سورج سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا ہے۔ یہ فاصلہ زیادہ ہوتا ہے جب سورج کے قطر کے محاذی چھوٹا زاویہ بنے اور کم ہوتا ہے اگر بڑا

زاویہ بنے۔ لہذا اب ہم ایک منحنی کھینچ سکتے ہیں جو زمین کے مدار کو تعبیر کرے کیونکہ اگر نقطہ

اس سے مختلف خط کھینچے جائیں اور ان کے طولوں کو ان زاویوں کے بالعکس متناسب رکھا جائے جو سورج کے قطر کے عمادی زمین پر پڑتے ہیں اور جو ہر روز پیمائش سے معلوم ہو سکتے ہیں تو ظاہر ہے کہ ان خطوں کے سرے ایک قطع ناقص مرتقم کریں گے جبکہ ایک اسکے اس پر ہوگا۔ زمین کا مدار معلوم ہونے سے پیشتر ہی کپلر نے مریخ کا مدار معلوم کر لیا تھا۔ اس نے قریب قریب دفعہ ۶۶ کے طریقہ کے مطابق سورج اور زمین کے لحاظ سے مریخ کا مقام معلوم کیا اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ مریخ کا مدار قطع ناقص ہے۔ اس نے ان حسابات میں زمین کے مدار کو دائرہ فرض کیا لیکن اس سے کوئی قابل لحاظ اور اہم غلطی پیدا نہیں ہوتی کیونکہ زمین کے مدار کا خروج المرکز بہت چھوٹا ہے اور مریخ کے مدار کے خروج المرکز کی نسبت بہت کم ہے۔

۷۔ نیوٹن نے ثابت کر دیا کہ کپلر کا تیسرا کلیہ تجاذب کے عام ترکیب کا جو ذیل میں درج ہے لازمی نتیجہ ہے۔

کائنات کا ہر ایک ذرہ ہر دوسرے ذرہ کو ایک ایسی قوت سے کھینچ رہا ہے جو ان دونوں ذروں کی کمیتوں کے بازا است اور ان کے باہمی فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

تجاذب کے کلیے سے کپلر کے تیسرے کلیے کا استخراج
فرض کرو کہ سورج کی کمیت M ہے اور دو سیاروں کے فاصلے سورج سے r اور r' ہیں اور ان سیاروں کی دوری مدتیں بالترتیب T و T' ہیں۔ اب تجاذب کے کلیہ کے مطابق سورج کے مرکز سے r فاصلوں پر جو کششیں عمل کرتی ہیں ان کی نسبت

$\frac{M}{r^2} : \frac{M}{r'^2} = T'^2 : T^2$ ہوگی۔ نیز ہمیں معلوم ہے کہ اگر ایک جسم m نصف قطر کے ایک دائرہ میں حرکت کر رہا ہو تو اس کا مرکز گریز اسراع $\frac{v^2}{r}$ ہوگا

$$\frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{4\pi^2}{T'^2} = \frac{M}{r^2} : \frac{M}{r'^2}$$

پس اگر سیاروں کے مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

جس سے بالآخر

$$\frac{r}{r_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\therefore r_2 = r_1$$

$$\therefore \frac{r_2}{r_1} = \frac{r_1}{r_2} \text{ جو کلیہ کا ٹیسٹ ا کلیہ ہے۔}$$

بوڈ کا کلیہ

۱۔ سورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے ہیں ان میں ایک عجیب و غریب ربط ہے جو ہیئت دان بوڈ کے نام سے منسوب کیا جاتا ہے۔ ذیل کے عدد لکھو جن میں سے پہلے عدد کے بعد ہر ایک عدد اپنے ما قبل سے دو گنا ہے

۱ ۲ ۸ ۶۴ ۳۲ ۱۶ ۸ ۴ ۲ ۱

ان میں سے ہر ایک کو ۳ سے ضرب دیکر جمع کرو، اس طرح سے ہمیں بالترتیب عطارد، زہرہ، زمین، مریخ، بھیات، مشتری، زحل، ہرشل اور پینجون کے فاصلوں کیلئے عدد

۳۸۸ ۱۹۶ ۱۰۰ ۵۲ ۲۸ ۱۶ ۱۰ ۴ ۲

حاصل ہوتے ہیں۔

یہ فاصلے سورج سے مختلف سیاروں کے تقریبی فاصلوں کو تعبیر کرتے ہیں جبکہ زمین کے فاصلے کو ۱ مانا جائے۔ مگر پینجون کی صورت میں جس کا فاصلہ عدد ۳۸۸ سے تعبیر ہوتا ہے اہم نقاد یہ ہے، اس کے پہلی فاصلہ کو تعبیر کرنے کے لئے ۳۰۰ و ۳۹۹ ہونا چاہیئے۔

بھیات کے اکتشافات سے یہ کلیہ عجیب و غریب طور پر پایہ تصدیق کو پہنچ گیا ہے۔ بھیات مستعد و چھوٹے چھوٹے سیارے ہیں جن کے مدار مریخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان واقع ہوتے ہیں۔ ان کی تعداد تین سو سے زیادہ ہے۔ ان کے اکتشافات سے پہلے کوئی سیارہ معلوم نہیں تھا جس کا شمسی فاصلہ ۲۸ سے تعبیر ہو اب معلوم ہوا ہے کہ ان اجرام کا اوسط فاصلہ سورج سے تقریباً ۲۸ سے تعبیر ہوتا ہے۔

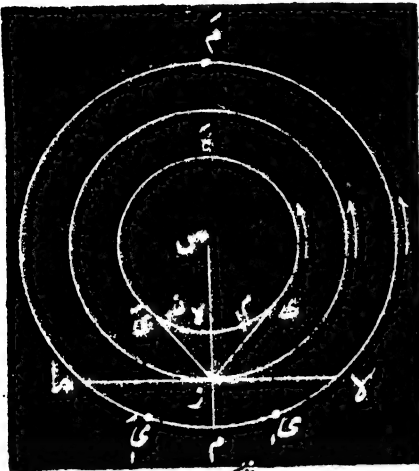
بوڈ کے کلیہ کو عام ضابطہ $r = 3 + 2^n$ کی شکل میں بیان کیا جاسکتا ہے جہاں n سے سیارہ کا شمسی فاصلہ مراد ہے اور n کو اول مان کر سیارہ کا نمبر n سے تعبیر ہوتا ہے۔ زہرہ سے شروع کر کے مختلف سیاروں کے فاصلے n کو بالترتیب ۱، ۲، ۳، ...

اصلی فاصلہ	قسمتیں دینے سے معلوم ہو سکتے ہیں جو اوپر درج ہیں -	
۳۵۸۷۱	۴ = ۴	عطارد
۷۵۳۳۳	۷ = ۴ × ۳ + ۴	زہرہ
۱۰۵۰۰۰	۱۰ = ۴ × ۳ + ۲	زمین
۱۵۵۲۳۷	۱۶ = ۴ × ۳ + ۴	مریخ
۳۱۷۳۲	۲۸ = ۴ × ۳ + ۴	نجیبات
۵۲۵۰۲۸	۵۲ = ۴ × ۳ + ۴	مشتري
۹۵۱۲۸۸	۱۰۰ = ۴ × ۳ + ۴	زحل
۱۹۱۵۸۲۶	۱۹۶ = ۴ × ۳ + ۴	برشل
۳۰۰۵۳۶۹	۳۸۸ = ۴ × ۳ + ۴	پنجچون

سیاروں کی راست اور رجعی حرکتیں - اقامت کے نقطے

۷۲۔ جب کوئی سیارہ اسی سمت میں حرکت کرنا ہو معلوم ہو جس میں کہ سورج اپنے طریق پر حرکت کرنا ہو معلوم ہوتا ہے تو سیارہ کی حرکت کو راست یا مستقیم حرکت کہتے ہیں اور اگر مخالف سمت میں حرکت کرتا معلوم ہو تو اسکی حرکت کو رجعی حرکت کہتے ہیں دوسرے الفاظ میں کسی سیارہ کی حرکت راست اسوقت ہوتی ہے جبکہ اس کا سماوی طول بلند رہا ہو اور رجعی اسوقت ہوتی ہے جبکہ اس کا سماوی طول کم ہو رہا ہو جب زمین ز اپنے مدار پر اُس سمت میں حرکت کر رہی ہو جو (شکل ۴۱) تیر کی سمت سے بتائی گئی ہے تو ظاہر ہے کہ ہیں زمین تو ساکن معلوم ہوگی اور سورج اس طرح حرکت کرنا معلوم ہوگا گو خط زس کے گرد دائیں جانب سے بائیں جانب کو مخالف سمت ساعت میں حرکت کر رہا ہے۔ پس زیادہ صراحت کی غرض سے ہم ز کو ثابت مان کر ز کے گرد اس حرکت کو جو مخالف سمت ساعت معلوم ہو حرکت راست کہیں گے اور جو سمت ساعت کے موافق معلوم ہو اُس کو حرکت رجعی سے موسوم کریں گے۔

سفلی سیارہ کی رفتار زمین کی رفتار سے زیادہ ہوتی ہے (دیکھو دفعہ ۷۴) اس لئے جب سیارہ ادنیٰ اقتران پر ہو تو خط زحہ کا مراۃ ز کی نسبت زیادہ رفتار سے حرکت کرتا ہے اس لئے یہ ز کے گرد گھڑی کی سوئیوں کی سمت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا لہذا اقتران ادنیٰ پر سیارہ کی ظاہری حرکت رجعی معلوم ہوگی۔ بڑے سے بڑے ابتعاد کے



شکل ۴۱

نقطوں کی اور مئی پر سیارہ کی اپنی رفتار اس کی سمت میں کوئی تبدیلی پیدا نہ کریگی کیونکہ اس وقت حرکت بالترتیب مری اور زہی کی سمت میں ہوگی لیکن زمین کی اپنی حرکت سے خطوط مری اور مری مخالف سمت ساعت میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ پس مری اور مئی پر سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوگی۔

قوس کی مئی پر حرکت راست ہوگی کیونکہ یہاں زمین کی رفتار اور سیارہ کی نسبتاً تیز رفتار کا مجموعی اثر یہ ہوگا کہ ان کو ملانے والا خط نہ کے گرد مخالف سمت ساعت میں گردش کرتا ہوا معلوم ہوگا۔

نیز چونکہ سیارہ کی حرکت مئی پر رجعی معلوم ہوتی ہے اور مئی پر راست اس لئے لازماً سیارہ دو ایسے نقاط م اور ن میں سے گزرے گا کہ ان پر اس کی ظاہری حرکت عین رجعی سے راست اور راست سے رجعی ہونے کو ہوگی اور سیارہ مذکور حرکت کرتا ہوا معلوم نہ ہوگا۔ ان دو مقاموں کو نقاط اقامت کہتے ہیں۔

اس کے برعکس علوی سیارہ ایسی رفتار سے حرکت کرتا ہے جو زمین کی رفتار سے کم ہوتی ہے۔ پس جب سیارہ مقابلہ میں مقام م پر ہو (دیکھو شکل ۴۱) تو خط م، ن کے گرد سمت ساعت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا۔ پس جب علوی سیارہ مقابلہ میں ہو تو اس کی حرکت رجعی معلوم ہوتی ہے۔

جب سیارہ ل اور م پر تریج میں ہو تو زمین کی رفتار کا کوئی اثر سیارہ کی ظاہری حرکت کی سمت پر نہیں پڑے گا کیونکہ زمین کی حرکت مشابہہ کنندہ اور سیارہ کو ملانے والے خط کی سمت میں ہوگی مگر سیارہ کی اپنی رفتار کی وجہ سے خطوط م، ل اور م، ن مخالف سمت ساعت میں گھومتے معلوم ہونگے، لہذا اوقیت تریج علوی سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوتی ہے۔

نیز قوس لا کم ما کے کسی مقام پر زمین اور ستیاریہ کی رفتاروں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ ان کو لانے والا خط مخالف سمتِ ساعت میں گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے یعنی ستیاریہ کی حرکتِ راست ہوتی ہے۔

چونکہ م پر ستیاریہ کی حرکت جہی معلوم ہوتی ہے اور لا اور ما پر راست اس لئے لا اور ما کے مابین دو نقاط م، ی، ایسے ہونگے کہ ان پر بالترتیب جہی حرکت بدل کر عین راست ہونے کو ہوگی اور راست حرکت بدل کر عین جہی ہونے کو ہوگی۔ ان نقطوں کو ستیاریہ کے نقاطِ اقامت کہتے ہیں۔

سیاروں کی محوری گردشیں

۳۷۔ ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زمین اور سورج گھومتے ہیں۔ ستیاریوں کی سطحوں پر کے نشانات اور دھبے مشاہدہ کرنے سے یہ معلوم ہوا ہے کہ ان میں سے اکثر اور غالباً سب کے سب اسی طرح گھومتے ہیں جس طرح ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک مرتبہ گھومتا ہے گویا مریخ کا ایک دن تقریباً اتنا ہی بڑا ہوتا ہے جتنا کہ زمین کا دن۔ مشتری ۹ گھنٹے ۵۵ منٹ میں گھومتا ہے اور زحل ۱۰ گھنٹے ۲۹ منٹ میں۔

علمی ستیاریہ کی نسبت سفلی ستیاریہ کی محوری گردش کی مدت معلوم کرنا زیادہ مشکل ہے کیونکہ علمی ستیاریہ مقابلہ کے وقت تمام رات مشاہدہ کیا جاسکتا ہے لیکن سفلی ستیاریہ صرف ان حالات میں نظر آسکتا ہے جبکہ وہ آخرِ شام یا آخرِ شام ہوتا ہے اور مشاہدات کا عمل صرف ۲۴ گھنٹے کے وقفوں سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ اب اگر زہرہ کی سطح پر غروبِ آفتاب کے بعد چند نشانات نظر آئیں اور وہ سطحِ ستیاریہ پر تقریباً اُسی مقام پر مشاہدہ ہوں جہاں وہ اگلی شب نظر آئے تھے تو ان سے ہم ذیل کے ایک نہ ایک نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ (۱) یا تو زہرہ اپنے محور کے گرد ایک گردش تقریباً ۲۴ گھنٹے میں پوری کر لیتا ہے (۲) یا یہ ایک گردش کی تکمیل میں بہت طویل عرصہ لیتا ہے اور ۲۴ گھنٹے میں ایک نہایت چھوٹے زاویہ میں سے گھومتا ہے۔ ظاہر ہے کہ دونوں صورتوں میں نشانات کے مقام میں ۲۴ گھنٹے کے بعد بہت کم تبدیلی واقع ہوگی۔ قریب قریب زمانہ حال تک یہ خیال کیا جاتا تھا کہ یہی نتیجہ درست ہے۔ شریتر کے مشاہدات کی بنا پر زہرہ کی محوری گردش کا دور ۲۴ گھنٹے ۲۱ منٹ مانا جاتا تھا اور عطارد کا ۲۴ گھنٹے ۵ منٹ مگر حال ہی میں پروفیسر شاپریلی نے یہ دعویٰ پیش کیا ہے

کہ عطارد اور زہرہ اپنے محور کے گرد گھومنے میں تقریباً اتنا ہی وقت لیتے ہیں جتنا کہ سورج کے گرد گردش کرنے میں عطارد کا دورہ ۸۸ دن کا ہے اور زہرہ کا ۲۲۴ دن کا لہذا ان کا نظریہ ایک ہی نصف ہمیشہ سورج کے سامنے رہتا ہے جیسے کہ چاند کا ایک ہی نصف زمین کے سامنے رہتا ہے۔ اس طرح سے منور نصف کے بہت سے حصہ پر ہمیشہ دھوپ پڑتی ہے اور باقی حصہ ہمیشہ تاریکی میں رہتا ہے۔

چونکہ یہ تیار ہے ہمیشہ غروب آفتاب سے تھوڑی دیر بعد مغرب میں یا طلوع سے کچھ قبل مشرق میں افق کے عین قریب دکھائی دیتے ہیں اس لئے کہ ہوائی کی بخلی تہوں کی کثافت اور حرارت کے تغیرات کی وجہ سے ان کی سطح پر کئے نشانات اس قدر صحت اور نزاکت کے ساتھ مشاہدہ نہیں کئے جاسکتے جن سے کوئی صحیح اور قابل اعتماد رائے قائم کی جاسکے یا اس سہ جدید ترین مشاہدات سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ شیا بریلی کی رائے کم از کم زہرہ کی صورت میں غلط ہے۔ اس امر کا ثبوت کہ سورج کے گرد دو سیاروں کی رفتاریں سورج سے ان سیاروں کے فاصلوں کے جذروں کے بالعکس متناسب ہوتی ہیں۔

۳۷۔ کپلر کے تیسرے کلیہ کی رو سے

$$ت : ۲ = ۳ : ۴$$

لیکن مدار کا محیط = رفتار × دوری مدت

$$\therefore ۲۲ = ف : ت (جہاں ف رفتار ہے)$$

$$ت = \frac{۲۲}{ف}$$

$$\text{اس لئے } \left(\frac{۲۲}{ف} \right) : \left(\frac{۲۲}{۴} \right) = ۲ : ۳$$

$$\therefore \frac{۲۲}{۴} = \frac{۳}{۲} \times \frac{۲۲}{ف}$$

$$\therefore ۲ : ۴ = ۳ : ۲$$

$$\therefore ۲ : ۴ = ۳ : ۲$$

نتیجہ صریح۔ پس جو تیارہ سورج کے زیادہ نزدیک ہوگا اس کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

۳۸۔ اس باب کو ختم کرنے سے پہلے ہم نظامِ شمسی کے مختلف اجرام کا فرداً فرداً مختصر

ذکر کریں گے۔

عطارد ♀

یہ سب سیاروں سے سورج کے زیادہ نزدیک ہے، اس کا قطر تقریباً ۳۰۰۰ میل ہے گویا یہ زمین کی نسبت بہت چھوٹا ہے کیونکہ زمین کا قطر ۸۰۰۰ میل ہے۔ عطارد کا مدار دیگر متاثر سیاروں کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المرکز ہے یعنی اس مدار کی شکل دائرہ کی شکل کے چنداں قریب نہیں ہے۔ ایک وقت میں یہ سورج سے ۲ کروڑ ۸۰ لاکھ میل سے بھی زیادہ قریب پہنچ جاتا ہے۔ اور دوسرے وقت میں جب یہ اپنے مدار کے مقابل کے نقطہ پر ہوتا ہے تو اس کا فاصلہ سورج سے ۴ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک ہو جاتا ہے۔ یہ دیگر سیاروں سے اس لحاظ سے بھی اختلاف رکھتا ہے کہ اس کا مدار قطبی شمس سے نسبتاً بڑا زاویہ بناتا ہے جو تقریباً ۷۰° ہے۔ سورج کے گرد اس کی دوری مدت ۸۸ یوم کی ہوتی ہے۔

زہرہ ♀

زہرہ کا قطر تقریباً زمین کے قطر کے مساوی ہے، اس کا مدار بھی زمین کے مدار کی طرح دائرہ سے بہت کم تفاوت رکھتا ہے قطبی شمس سے اس کے مدار کا میل ۳۰° ۲۳' ہے ہم دیکھ چکے ہیں کہ عطارد اور زہرہ سفلی سیارے ہونے کی وجہ سے سورج کے مشرق یا مغرب کی طرف ہمیشہ چھوٹے زاویہ فاصلوں پر رہتے ہیں اور اس لئے بطور اختہر سمجھا یا اختہر شام کے دکھائی دیتے ہیں، نیز ان کے قرص دور بین میں سے دیکھنے سے چاند کی طرح تغیر پذیر شکلیں پیش کرتے ہیں۔ دونوں سیاروں میں مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ روشن اور تاریک حصوں کا خط فاصل مسلسل نہیں بلکہ فضاء دار ہے اور بعض اوقات ان کے پلاوں کی نوکیں دفعہ غائب ہو جاتی ہیں اس واقعہ کا باعث ان کی سطحوں پر کے پہاڑ ہیں جن کی بلندی محسوب کرنے سے معلوم ہوا ہے کہ یہ ہماری زمین کے پہاڑوں کی نسبت بہت زیادہ مرتفع ہیں۔

زہرہ کی دوری مدت ۲۲۴ یوم کے مساوی ہوتی ہے۔

زہرہ اور عطارد کے مَرور

۷۶۔ ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زہرہ یا عطارد کا مَرور صرف اسی وقت واقع ہو سکتا ہے جبکہ یہ اقترانِ ادنیٰ میں ہوں اور ساتھ ہی اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے نزدیک ہوں۔ اگر ان سیاروں میں سے کسی ایک کا مَرور ایک دفعہ واقع ہو جائے تو ظاہر ہے کہ اسی عقدہ پر دوسرا

مرور واقع نہ ہوگا جب تک کہ زمین اور سیارہ مذکور دونوں گردشوں کی ایک مکمل تعداد پوری نہ کریں۔
اب ندیس کی مکمل گردش کھینچنے دن درکار ہوتے ہیں اتنے ہی دنوں میں زہرہ اپنی گردشوں کی ایک مکمل
تعداد (یعنی ۱۳) پوری کر لیتا ہے، فوق تقریباً ایک دن کا رہ جاتا ہے۔

کیونکہ $۲۹۲۲ = ۳۶۵ \times ۸$ دن تقریباً

اور $۲۹۲۱ = ۳۶۵ \times ۸$ دن

پس اگر زہرہ کا مرور ایک دفعہ واقع ہو تو ممکن ہے کہ ۸ سال کے بعد اُسی عقدہ پر
پھر مرور ہو بشرطیکہ اول الذکر مرور سے ۸ سال قبل مرور واقع نہ ہو چکا ہو۔ لیکن ۱۶ سال
کے بعد مرور واقع نہیں ہوگا کیونکہ ایک دن کے متذکرہ بالا فرق کی وجہ سے عقدہ سے
اس کا فاصلہ بہت زیادہ ہو جائیگا۔ درحقیقت اس صورت میں ۲۳۵ سال تک اسی عقدہ
پر مرور واقع نہیں ہو سکتا کیونکہ ۲۳۵ سال کی مدت اٹھ سالہ عرصہ کے بعد کا ایک دوسرا عرصہ ہے
جو زہرہ کی گردشوں کی ٹھیک تعداد کے مساوی ہے۔ اس لئے کہ

$۸۵۸۳۵ = ۳۶۵ \times ۲۳۵$ دن تقریباً

اور $۸۵۸۳۵ = ۳۶۵ \times ۲۳۵$ دن تقریباً

زہرہ کا سب سے پہلا مرور جو دیکھا گیا ہے اُسے مارکس نے ۱۶۳۹ میں مشاہدہ کیا تھا
اور یہ مرور اُس کے عقدہ صعودی پر واقع ہوا تھا اس کے بعد ۲۳۵ سال سے پہلے یعنی
۱۸۷۴ تک اس عقدہ پر پھر مرور نہیں ہوا بعد ازاں پھر ۱۸۸۲ء میں مرور ہوا۔ عقدہ
نزولی پر مرور ۱۶۶۱ء اور ۱۶۶۹ء میں مشاہدہ کئے گئے تھے۔ اب آئندہ مرور سنہ ۲۰۰۰ء
میں واقع ہوگا۔

عطارد کے مرور زہرہ کے مروروں کی نسبت زیادہ کثرت سے واقع ہوتے ہیں کیونکہ
عطارد کی دوری مدت ایسی ہے کہ اسکی مکمل گردشوں کی تعداد کا انطباق زمین کے سالوں کی
ٹھیک تعداد کے ساتھ زیادہ کثرت سے واقع ہوتا ہے۔ مثلاً ایک ہی عقدہ پر عطارد
کے مرور ۱۳، ۱۳، ۱۳، ۱۳، ۱۳ سالوں کے وقفوں پر ہو سکتے ہیں۔

ان دنوں زمین اپنی مدار میں حرکت کے دوران میں ۵ جون کو زہرہ کے عقدہ کے مقابل
ہے اور پھر دسمبر کو دوسرے عقدہ کے مقابل ہوگی پس ایک طویل عرصہ تک زہرہ کے مرور دسمبر
اور جون میں واقع ہونگے انہی دو جگہ عطارد کے مرور دیکھائی دیں اور نو مہر میں واقع ہوتے رہیں گے۔

زہرہ کے مرور عملی نقطہ نظر سے بہت دلچسپی کا باعث ہیں کیونکہ ان مشاہدات سے سورج کا فاصلہ اور (اختلاف منظر) معلوم کرنے کے نہایت صحیح طریقے حاصل ہوتے ہیں اور ایک سو بائیس ہم عطارد کے مرور اس طرح استعمال نہیں کئے جاسکتے کیونکہ زمین سے اس کا اور سورج کا فاصلہ اس قدر کم تفاوت رکھتے ہیں کہ قابلِ عتماد نتائج کا حاصل ہونا بہت دشوار ہے علاوہ اس سورج کے قرص پر یہ اس قدر تیزی سے حرکت کرتا ہے کہ صحیح مشاہدات کے لئے کافی وقت نہیں ملتا۔ نیز چونکہ اس کا مدار زہرہ کے مدار کی طرح کافی مستدیر نہیں ہے اس لئے زمین سے اس کے فاصلہ اور سورج کے فاصلہ کی باہمی نسبت محسوب کرنا چنداں آسان نہیں ہے۔

مریخ ۵

۷۔ - علوی سیاروں میں سے مریخ سب سے زیادہ نزدیک ہے۔ اس کا فاصلہ سورج سے ۱۲ کروڑ ۷۰ لاکھ میل سے ۱۵ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک بدلتا ہے لہذا اس کا مدار زمین کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المکرز ہے اگر زمین اور مریخ دونوں کے مدار دائرے ہوتے تو مقابلہ کے وقت مریخ ہم سے نزدیک ترین ہوتا اور اس کا فاصلہ زمین سے ان کے مداروں کے نصف قطروں کے تفاوت کے مساوی ہوتا۔ لیکن ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج سے مریخ کے فاصلہ میں بہت تغیرات واقع ہوتے ہیں اور زمین کا فاصلہ سورج سے وسط مدار میں ۹ کروڑ ۵ لاکھ ہوتا ہے جو بڑھتے بڑھتے وسط گریز میں ۹ کروڑ ۳۵ لاکھ ہو جاتا ہے۔ اس سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ کس طرح بعض مقابلہ کے محل مشاہدہ کے لحاظ سے دوسرے محلوں کی نسبت زیادہ موزوں ہوتے ہیں۔ مثلاً اگر مقابلہ کے محل میں مریخ سورج سے سب سے کم فاصلہ پر ہو اور زمین سب سے بڑے فاصلہ پر تو سیارہ ہم سے صرف ۳ کروڑ ۷۰ لاکھ میل دور ہوگا اور ہیئت دائروں کے لئے اس کو مشاہدہ کرنے کا یہ بہترین موقع ہوگا۔

اگر بالفرض ہم ان دونوں نقطوں کو جہاں مریخ کا فاصلہ سورج سے کم سے کم یا زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے ایک خط کے ذریعہ ملائیں تو یہ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ زمین اپنی مدار کی حرکت میں ۲۶ اگست کو اور پھر ۲۲ فروری کو اس خط کے قریب ترین ہوتی ہے۔ ۲۶ اگست کو زمین اپنے مدار پر کے اس نقطہ پر ہوتی ہے جو سورج اور سورج سے مریخ کے قریب ترین مقام (یعنی خضنض) کی سیدھ میں ہوتا ہے اور ۲۲ فروری کو یہ اس خط کو عبور کرتی ہے جو سورج اور مریخ کے بعد ترین مقام (یعنی اوج) کو ملتا ہے۔ پس اگر ہم زمین کے مدار کو مستدیر

خیال کریں (اور درحقیقت اسے مریخ کے مدار کے لحاظ سے مستدیر ہی سمجھنا چاہیے) تو زمین اور مریخ کے مقابلہ کی تاریخ ۲۶ اگست کے جتنی قریب ہوگی اتنے ہی اس کے مشاہدہ کرنے کے لئے حالات زیادہ موزوں ہونگے اور برعکس اسکے جتنی یہ تاریخ ۲۲ فروری کے زیادہ قریب ہوگی اتنا ہی مشاہدات کے لحاظ سے غیر موزوں ہوگی۔

مریخ کی دوری مدت تقریباً ۶۸۷ یوم ہے اور طریقی شمس سے اس کا میلان تقریباً ۲° ہے اور اس کے دو تاج ہیں جن کو پہلے پہل دانشنگن کے ہیئت دان ہال نے ۵ ستمبر ۱۸۷۷ء کو مقابلہ کے وقت دریافت کیا جبکہ مریخ زمین کے قریب ترین تھا۔ ان کے نام ہومر کے رزم نامہ ایلیاد (Iliad) کے یونانی دیوتا مارس کے خدام کے ناموں پر فوباس اور دیوس رکھے گئے۔ دیوس جسکا مدار فوباس کے باہر ہے مریخ کے گرد ایک گردش ۳۰ گھنٹے ۱۸ منٹ میں پوری کرتا ہے اور فوباس ۷ گھنٹے ۳۹ منٹ میں چونکہ مریخ خود اپنے محور کے گرد ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں گھومتا ہے اس لئے فوباس ایک ایسے تاج کی مثال ہے جو اپنے متبوع سیارہ کے گرد اس سیارہ کی محوری گردش سے زیادہ سرعت کے ساتھ اپنی مداری حرکت کی تکمیل کر لیتا ہے۔ اس امر کی کوئی دیگر مثال نظام شمسی میں نہیں ملتی۔

موجودہ صدی کے شروع میں اور بہت چھوٹے چھوٹے کثیر التعداد سیارے دریافت ہوئے ہیں جن کے مدار مریخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان واقع ہیں۔ ان سیاروں کو نجیبات کہتے ہیں۔ وہ تعداد میں ۳۰۰ سے بھی بہت زیادہ ہیں اور جو اجرام ان میں سے بہت چھوٹے ہیں ان کا قطر چند میل سے متجاوز نہیں ہے ان میں سے چار جو سب سے بڑے ہیں ان کے نام یہ ہیں۔ وستا، جو نو، سیرس، پلاس۔ ان کے مدار بالعموم بہت خارج المکرہوتے ہیں اور بعض کے مدار طریقی شمس سے بڑے زاویے بناتے ہیں۔

مشتری

۷۸۔ یہ سب سیاروں سے بڑا ہے اور اس کا قطر زمین کے قطر کا ۱۱ گنا ہے اس کا مدار زمین کے مدار کی طرح تقریباً دائرہ ہے اور طریقی شمس کے ساتھ تقریباً ۱۱ کا زاویہ بناتا ہے۔ اگر اسے دُور بین میں سے دیکھا جائے تو اس کے گرد گرد اس کے خط استوا کے متوازی بہت سی چکدر بیٹیاں یا چٹلے دکھائی دیتے ہیں جو غالباً اس کے کرہ ہوائی میں بخارات یا بادلوں کی بیٹیاں ہیں۔ اس کے پانچ نواح یا چاند ہیں جو معمولی دُور بین سے بھی نظر

آسکتے ہیں۔ ان پانچوں توابع کی دوری مدیں اور مشتری سے ان کے اوسط فاصلے کپلر کے تیسرے کلیہ کے بموجب ہیں جو ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج کے گرد دوسرے سیاروں کی حرکت کے لئے درست ہے۔ یہ کلیہ دیگر سیاروں کے توابع کی صورت میں بھی درست ہے ان کے گرہن بہ کثرت واقع ہوتے ہیں جبکہ وہ مشتری کے سایہ کے اندر داخل ہوتے ہیں جو سورج کے مقابل جانب پڑتا ہے۔ یاد رہے کہ اس گرہن اور اختیاب میں القیاس نہ ہونا چاہیے جو اس کیفیت کو کہتے ہیں جبکہ تابع مذکور زمین اور مشتری کی سیدھ میں مشتری کے پیچھے چلا جائے اور شاہد گفتہ کی نظر سے چھپ جائے نیز اس صورت میں جبکہ تابع مشتری اور سورج کے بیچ ہیں آجائے ایک عجیب نظارہ دیکھنے میں آتا ہے۔ اس وقت تابع کا سایہ ایک ستیہاہ دھبے کی شکل میں مشتری کے قرص پر سے حرکت کرتا ہوا دکھائی دیتا ہے۔ یہ ایک حیرت انگیز منظر ہے جس کو دیکھ کر ہم اندازہ کر سکتے ہیں کہ چاند کی وجہ سے زمین پر جب کسوف کامل واقع ہوتا ہے تو عطار دیا زہرہ پر سے کیسا منظر دکھائی دیکھا۔ تابع کا مرد بھی واقع ہوتا ہے جبکہ یہ دوران حرکت میں مشتری اور زمین کے درمیان ان کی عین سیدھ میں آجاتا ہے۔

۲. زحل

۹۔ زحل کا مدار قریب قریب ٹھیک دائرہ ہے اور طریقی شمس کے ساتھ تقریباً $\frac{1}{2}$ کا زاویہ بناتا ہے۔ خاص خاص اوقات پر زحل کو دوربین میں سے دیکھنے سے اس کی نہایت عجیب و غریب شکل نظر آتی ہے اس کے گرد اگر حلقوں کا ایک سلسلہ ہے جو اسکی سطح کو مس نہیں کرتے چنانچہ ان حلقوں اور سطح ستارہ مذکور کی درمیانی جگہ میں سے بعض اوقات ثابت ستارے بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ ان حلقوں کی سطح مستوی زحل کے مدار کی سطح مستوی کے ساتھ ۸۸° کا مستقل زاویہ بناتی ہے، اس لئے جب ہم ان کو ترچی وضع میں دیکھتے ہیں تو وہ ہمیں مستدیر نہیں بلکہ ناقص شکل میں نظر آتے ہیں ان کی نسبت یہ خیال ہے کہ یہ بے شمار چھوٹے چھوٹے توابع سے بنے ہوئے ہیں۔ وہ غائب ہو جاتے ہیں جبکہ (۱) زمین ان کی سطح مستوی محدودہ میں آجاتی ہے کیونکہ یہ اس قدر پتلے ہیں کہ جب ان کا کنارہ ہمارے مقابل میں آتا ہے تو یہ سوائے ایک ظالمور دوربین کی مدد کے ہمیں دکھائی نہیں دے سکتے۔ (۲) جبکہ ان کی سطح مستوی محدودہ سورج میں سے گزرتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ کسب نور کے لئے سورج کے محتاج ہیں اور اس وقت محض ان کا کنارہ روشن ہوتا ہے، (۳) جبکہ ان کی

سطح مستوی ہمارے اور سورج کے درمیان آجاتی ہے کیونکہ اس وقت ان کی سطح کا مارکیٹ
اُچھٹا ہوا ہے اس لئے ہم ان کو دیکھ نہیں سکتے۔

اس لئے

علاوہ زحل کے

آٹھ تاج ہیں

اور یہ سب کے

سب حلقہ مذکور

سے باہر واقع ہیں۔

ان میں سے ۷ جو

زحل کے قریب

ہیں ایسے مارکیٹ

میں حرکت کرتے

ہیں جن کی مستوی سطحیں تقریباً حلقوں کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی ہیں۔ آٹھویں تاج کا مدار اس سطح
مستوی کے ساتھ تقریباً ۱۰° کا زاویہ بناتا ہے۔

ہرشل

سیارہ ہرشل کو پہلے پہل۔ ولیم ہرشل نے ۱۷۸۱ء میں دریافت کیا تھا جس کے نام پر ستارہ مذکور کو نامزد کیا گیا۔
اس کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور طبعی شمس کے ساتھ بہت چھوٹا زاویہ بناتا ہے اب تک اس کے
چار تاج معلوم ہو چکے ہیں جن کے مدار ہرشل کے مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود ہیں۔

پینچون

علم ہیئت کی تاریخ میں پینچون کا انکشاف ایک نہایت شاندار واقعہ ہے۔ یہ دیکھا گیا کہ ہر کم
کی معلومہ محفل قوتوں کا لحاظ کر لینے کے بعد پینچون کو کھٹیک جن مقامات پر ہونا چاہئے وہ وہاں
نہیں واقع ہوتا۔ اس پر یہ خیال کیا گیا کہ ضرور کوئی نہ کوئی نامعلوم ستارہ ہو گا جس کی کشش
کی وجہ سے یہ محفل واقع ہوتا ہے۔ نہایت پرستشیت حسابوں سے اس نامعلوم ستارہ کا مقام
لیونیئر نے فرانس میں اور آڈمز نے انگلستان میں تقریباً ایک ہی وقت میں انکشاف کیا۔
معلوم کر لیا پینچون کا ایک تاج بھی دریافت ہو چکا ہے۔

دو ذنب یا دمدار تارے

۸۰۔ نظام شمسی میں ایک اور قسم کے بھی بہت سے اجرام ہیں جو اپنی طبعی حالت اور اپنے مداروں کی نوعیت کے لحاظ سے جو یہ سورج کے گرد بناتے ہیں سیاروں سے بالکل مختلف ہیں۔ ان اجرام کو دمدار تارے کہتے ہیں۔ دمدار تارے آپس میں بھی اپنی شکل کے لحاظ سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔ اور تو کیا ایک ہی دمدار کی شکل اور قد و قامت میں بھی اسکے مدار کے مختلف حصوں پر بعد بہ تبدیلی پیدا ہو سکتی ہے لیکن بالعموم اس کے ایک سرے پر ایک چمکدار مرکزہ ہوتا ہے جسکے گرد سدھیمی مادہ کی ایک لمبی دُم دور تک پھیلی ہوتی ہے اُن دمدار تاروں میں سے جو اب تک دیکھے گئے ہیں بعض کی دُمیں نہایت بڑی تھیں۔ چنانچہ ۱۸۱۷ء کے دمدار تارہ کی دُم طول میں ۲۳ درجہ تھی۔ ۱۸۳۸ء کے ایک اور کی دُم ۲۰° کی تھی۔ ۱۸۶۱ء کا دمدار آسمان پر ۹۰° تک کی فوس میں پھیلا ہوا تھا۔

عام طور پر دمدار تارے آسمان پر دفعۃً نمودار ہوتے ہیں اور چند ہفتوں تک دکھائی دیتے رہتے ہیں، اس اثنا میں وہ نہایت تیز رفتار سے سورج کے قریب آتے ہیں اور پھر واپس لوٹتے ہیں حتیٰ کہ بالآخر نظر سے غائب ہو جاتے ہیں۔

دمدار تاروں کی کمیت اور کثافت بہت کم ہوتی ہے یہاں تک کہ مدہم تارے بھی اُن کے بیچ ہیں سے اس طرح چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں گویا کہ ہمارے اور ان کے درمیان کوئی مادی شے حامل ہی نہیں ہے۔

ان دمداروں میں سے اکثر اتنے خارج المرکز مداروں پر حرکت کرتے ہیں کہ ان (مداروں) کو مکافہ ہی سمجھنا چاہیے جس کے ایک ماسکہ پر سورج ہو اور دوسرا ماسکہ لائننا ہی فاصلہ پر ہو لیکن بعض دمدار ایسے بھی ہیں کہ اگرچہ ان کے مدار دیگر سیاروں کے مداروں کے مقابل میں ایک جانب بہت نیچے ہوتے ہیں تاہم یہ اس قدر چھوٹے ہیں کہ نظام شمسی میں داخل ہیں۔ ان کی حرکتیں محسوب کی جاسکتی ہیں اور یہ جن ناقصوں کو مرشم کرتے ہیں اُن کے متعلقہ ضروری امور کو جاننے سے ان کی وہیسی کی تاریخیں بھی پیش از پیش بتائی جاسکتی ہیں، اس قسم کے تاروں کو دوری دمدار کہتے ہیں۔

دمداروں کے مدار زیادہ خارج المرکز ہونے کے علاوہ دیگر سیاروں کے مداروں سے اس امر میں مزید اختلاف رکھتے ہیں کہ وہ طریقی شمسی کی سطح مستوی کے ساتھ کوئی بھی زاویہ

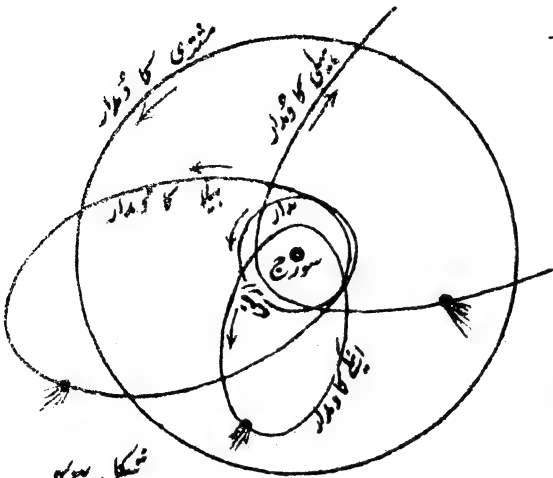
بنا سکتے ہیں۔ نیز نخل سیارے سورج کے گرد اُسی سمت میں گردش کرتے ہیں جس میں کہ زمین گردش کرتی ہے۔ مگر بعض دُمداروں کی حرکت راست ہوتی ہے اور بعض کی رجحی۔

دُوری دُمدار تارے

۸۱۔ ہیلی کا دُمدار۔ دُوری دُمداروں میں ہیلی کا دُمدار شاید سب سے زیادہ مشہور ہے۔ مشاہدہ سے معلوم کیا گیا کہ جو دُمدارین ۱۵۳۱، ۱۶۰۴، ۱۶۸۲ میں نمودار ہوئے ان سب کے عقدوں کے مقام سورج سے اُنکے حقیقی فاصلے طریقِ شمس کی سطحِ ستوی سے اُنکے مداروں کے میلان اور بعض دیگر پائیشیں ایک دوسرے کے بالکل مماثل تھیں۔ اس سے ہیلی نے یہ نتیجہ نکالا کہ وہ اہل میں ایک ہی دُمدار ہے جسکی دُوری مدت سورج کے گرد ۵۷ سال کی ہے اس سے اس نے پیشگوئی کی کہ وہ پھر ۱۷۵۸ء میں نمودار ہوگا۔ کلیپٹ نے حساب لگا کر دریافت کیا کہ زحل اور مشتری کی مغل کششوں کی وجہ سے خلل واقع ہو کر بالترتیب ۵۱۸ دن اور ۱۰ دن کی تاخیر ہوگی اور پیشگوئی کی کہ وہ اپریل ۱۷۵۹ء کے تقریباً وسط میں سورج کے قریب ترین مقام یعنی حقیض پر ہوگا۔ برنل اور نیچون چونکہ اس وقت دریافت ہی نہیں ہوئے تھے اسلئے انکے مغل اثرات کا اندازہ نہیں کیا گیا۔ یہ دُمدار تارہ فی الحقیقت ۱۷۵۸ء کے اواخر میں نمودار ہوا اور مارچ ۱۷۵۹ء کے وسط میں حقیض پر پہنچا۔

ہیلی کا دُمدار اُس کے بعد ۱۸۳۵ء میں ظاہر ہوا اور پھر ۱۹۱۳ء میں دکھائی دیا۔ تاہم یہ دُمدار میں ہیلی کا دُمدار شذیہ میں ایک نہایت اہم تاریخی موقع پر ظہور پذیر ہوا تھا جبکہ تاروں نے انگلستان کو فتح کیا تھا اس دُمدار تارے کی تصویر بوز کے پردے (Bayeux tapestry) پر منقوش ہے۔

اُنکے کا دُمدار۔ یہ دُمدار بھی سورج کے گرد ناقص کی شکل کا مدار بنا رہا ہے حقیض پر عطاوہ سے بھی زیادہ سورج کے قریب ہوتا ہے اور اوج پر جب کہ اسکا شمسی فاصلہ زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے یہ اتنا دور نہیں ہوتا جتنا کہ مشتری ہے۔ پس اس کے مدار کو نظامِ شمسی کی حدود کے اندر تصور کرنا بیجا نہیں ہے۔ اس کی دُوری مدت تقریباً ۳ سال ہے۔ اس دُمدار کی حرکت نہایت اختیاط اور صحت کے ساتھ مشاہدہ کی گئی ہے اور زمین اور دیگر سیاروں کی کششوں سے اس کی حرکت میں جو خلل پیدا ہوئے ہیں ان کو محسوب کیا گیا ہے لیکن ان مغل قوتوں کا اثر محسوب کر لینے کے باوجود اس کی ایک مکمل گردش کے دُوری وقت میں



۱/۲ گھنٹہ کی رہتی ہے۔
انہی نے اس کی توجیہ
اس طرح کی کہ سورج کے
گرد بہت زیادہ فاصلہ
تک ایک ایسا واسطہ
موجود ہے جو اگرچہ بڑا
بہت ہی لطیف ہے
لیکن بایں ہمہ مدارِ جیسے
کم کثافت والے جرم کی
حرکت میں اتنی مزاحمت

پیدا کر سکتا ہے کہ اس کے دوری وقت میں قابلِ لحاظ کمی واقع ہو۔

غیر دوری و مدارِ دوری کی نسبت تعداد میں بہت زیادہ ہیں۔ ۳۳ لگو کا بڑا
مدارِ دونائی کا مدارِ چوبیس۱۸۵۵ء میں دکھائی دیا اور ۱۸۵۵ء کا مدارِ ابھی ستم میں شامل ہیں۔
شہابِ ثاقب (لونا تارہ)

۸۲۔ نظامِ شمسی کے جن مختلف اراکین کا اوپر ذکر ہو چکا ہے ان کے علاوہ بے شمار اور چھوٹے
چھوٹے اجرام ہیں جن کو شہابِ ثاقب کہتے ہیں۔ جب یہ جرم جن کی رفتار بہت تیز ہوتی ہے
زمین کی حرکت کی مخالف سمت میں حرکت کرتے ہوئے زمین کے کرہ ہوائی سے تصادم ہوتے
ہیں تو ان کی اصنافی رفتار اتنی تیز ہوتی ہے کہ ہوا کی مزاحمت سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ
ان کو جلا کر خاک کر دینے کے لئے کافی ہوتی ہے اور وہ آسمان پر روشنی کی ایک لکیر کی شکل میں
نظر آتے ہیں۔ شاید وہ ان میں سے بعض ایسے ہوتے ہیں کہ ان کی رفتار اتنی تیز نہیں ہوتی
اور وہ زمین پر بغیر تلف ہوئے گر پڑتے ہیں۔ ان کو شہابی پتھر کہتے ہیں۔ شہابِ ثاقب کا ارتفاع
۱۶ میل سے ۱۶۰ میل تک محسوب ہوا ہے۔

اگرچہ افرا دی طور پر شہابِ ثاقب تقریباً ہر رات نظر آتے ہیں لیکن سال میں تین مرتبہ
یہ بہت کثرت سے دکھائی دیتے ہیں۔ اگست ۹-۱۱، نومبر ۱۲-۱۴، نومبر ۲۴-۲۹۔
نقطہٴ اشتعال۔ ان اگست اور نومبر کی شہابی بوجھاڑوں میں آسمان پر اکثر شہابِ ثاقب

کے ظاہری راستے ایک مشترک نقطہ سے اشعاع کرتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔ اس نقطہ کو نقطۃ اشعاع کہتے ہیں۔ یہ اثر محض بصریات سے پیدا ہوتا ہے ہم ابھی دیکھیں گے کہ اس جھنڈ کے سبب شہاب جن میں سے زمین کو زبردستی ہو اُس قلیل عرصہ میں جس میں کہ وہ مشاہدہ کئے جاسکتے ہیں تقریباً متوازی سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ اب اگر ہم ان خطوں اور مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والی مستوی سطحوں پر غور کریں تو یہ سب کرہ سماوی کو ایسے کبیرواگردوں پر قطع کرینگے، جن کا قطر مشترک مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والا، ان کی حرکت کی سمتوں کا مشترک خط ہوگا۔ یہ خط محدودہ کرہ سماوی کو جن دو نقطوں پر قطع کرینگا وہ مندرجہ بالا سب دائروں کے مشترک نقاط تقاطع ہونگے اور ان میں سے ایک نقطہ نقطۃ اشعاع ہوگا۔ اگست کے شہاب ثاقب کا نقطۃ اشعاع پرشاورس کے منڈل میں ہوتا ہے اور نومبر کی بوجھاروں کا بالترتیب بُرج اسد اور اندرومیدیا مرآۃ المسلسلہ میں پس یہ بوجھاریں ذیل کی تین قسموں کی ہوتی ہیں۔

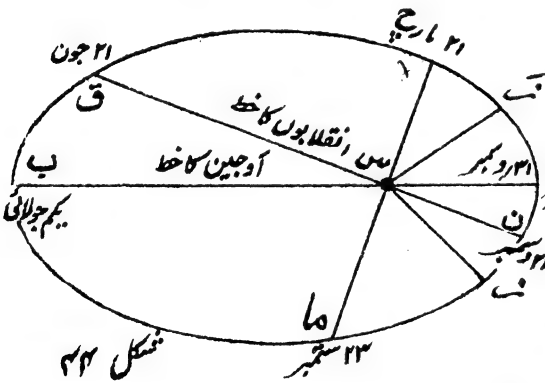
پریشاورس شہاب ————— اگست ۹ - ۱۱ نقطۃ اشعاع پرشاورس میں
اسدی ————— نومبر ۱۲ - ۱۴ " اسد میں
اندرومیدی ————— نومبر ۲۴ - ۲۹ " اندرومیدیا میں

دورداروں اور شہاب ثاقب کا تعلق

۸۳ - جو شہاب ثاقب ۴ نومبر کی رات کو کرہ ہوائی میں سے نہایت سرعت کے ساتھ گزرتے ہوئے روشنی کی دھاری کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں ان کی نسبت خیال کیا جاتا ہے کہ وہ بہت کثیر التعداد چھوٹے چھوٹے اجرام کے ایک طویل سلسلہ کے حصے ہیں جن کے مدار قریب ٹیبل کے مدار کے مدار پر منطبق ہوتے ہیں۔ اس دوردار کا مدار فی الحقیقت زمین کے مدار کو منقطع کرتا ہے اور زمین اس نقطہ تقاطع پر تقریباً ۱۴ نومبر کو پہنچتی ہے۔ ان اجرام کے مدار کی بلبلجی مٹی کے بعض حصے ایسے ہیں جہاں یہ اجرام جگہ جگہوں میں مجتمع ہیں اور بعض صورتوں میں ان گردہوں کے درمیان کافی بڑے بڑے وقفے ہوتے ہیں اس طرح زمین ان میں سے کسی نہ کسی گردہ میں سے گزرتی ہے مثلاً ۳ نومبر ۱۸۷۳ء کو جب زمین اسی قسم کے ایک جھنڈ میں سے گزری تو فضائے آسمان لکھو لکھو بامی شہاب ثاقب سے منور نظر آئی جو نہایت قابلِ دید نظارہ تھا۔

چونکہ اس جھنڈ کا دوری وقت ۳۳ سال کا ہے اس لئے امید وائق تھی کہ نومبر ۱۸۹۹ء کو بھی ویسا ہی دلچسپ اور چکدار منظر دکھائی دیگا۔ لیکن اگرچہ اس مجمع کے منفرد اجرام زمین کے مختلف حصوں سے دیکھے گئے لیکن ہیئت مجموعی نتیجہ بنایت بالوس کن رہا اور اسکی توجیہ میں ہم تخیلات سے زیادہ کوئی قابل وثوق اسباب بیان نہیں کر سکتے۔ اندرومیدیوں (Andromedæ) اور پرشیاؤسیوں (Perseids) کی بوجھاڑوں کے اسباب بھی اسدی شہاوں کی طرح بیان ہو سکتے ہیں۔ اول الذکر کی وجہ یہ ہے کہ سیلا کے دُمدار کا مدار زمین کے مدار کو جس نقطہ پر کاٹتا ہے وہاں زمین تقریباً ۲۴ نومبر کو پہنچتی ہے۔ ۸۴۔ خط اوجین۔ زمین یا کسی اور سیارہ کے مدار کے ان نقطوں کو جن پر یہ سورج سے نزدیک ترین یا بعید ترین ہو (حضیض اور اوج) اوجین کہتے ہیں۔ زمین نقطہ ۱ پر ۳۱ دسمبر کو سورج کے نزدیک ترین ہوتی ہے اور مقابل کے بعید ترین نقطہ ب پر یکم جولائی کو پہنچتی ہے۔ خط ۱ ب کو اوجین کا خط کہتے ہیں۔ یہ خط مصریگانا قوس کے محور اعظم پر منطبق ہوتا ہے۔

نوٹ۔ سورج کا ظاہری قطر بڑے سے بڑا ہوتا ہے جب زمین مقام ۱ پر ہو۔ اور چھوٹے سے



چھوٹا ہوتا ہے جب زمین
ب پر ہو۔ نیز اگر نماں
دو ایسے مقامات ہوں کہ
۱۸۰° = ۱۸۰°
تو ان مقامات پر سورج
کے ظاہری قطر مساوی
ہونگے کیونکہ ناقص کے
تشاکل سے ظاہر ہے کہ

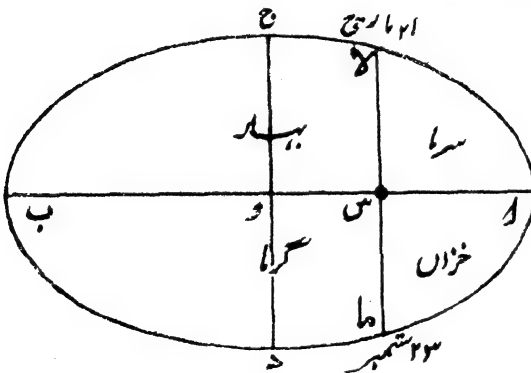
فاصلے س ن اور س ن مساوی ہیں۔

خط اوجین کی سمت کی تعیین۔ بظاہر یہ معلوم ہوتا ہے کہ اوجین کے خط کی سمت کا معلوم کر لینا کوئی مشکل امر نہیں ہے کیونکہ یہ سورج کے اُن دو تماموں کو معلوم کر لینے سے نہایت آسانی سے معلوم ہو سکتی ہے جب کہ سورج کا ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ ہو۔

در اصل یہ معلوم کرنا کہ یہ ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ کس وقت ہوتا ہے کوئی آسان کام نہیں ہے۔ کیونکہ یہ زمین کے اوجین میں سے گزرنے کے کچھ عرصہ پہلے اور کچھ عرصہ بعد مستقل رہتا ہے پس اس کے معلوم کرنے کے لئے ذیل کا طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ جب حقیض میں سے گزرنے سے کافی عرصہ پہلے زمین کا مقام نہ پر ہو تو سورج کا ظاہری تظنر آپ لیتے ہیں اور طول بلد دیکھ لیتے ہیں اس کے مقام کو طریق شمس پر معلوم کر لیتے ہیں۔ اسی طرح حقیض میں سے گزرنے کے بعد اس مقام کا طول بلد معلوم کر لیتے ہیں جبکہ سورج کا ظاہری قطر وہی ہو جو پہلے تھا۔

فرض کر دو کہ اس وقت زمین ٹی پر ہے۔ تب ان دونوں طولوں کا اوسط طریق شمس پر کے اس نقطہ کو تعبیر کر دیا جہاں سورج زمین کے نقطہ حقیض میں سے گزرنے کے وقت ہوگا۔ اس نقطہ کو زمین کے ساتھ لانے والا خط اوجین کے خط کی سمت ظاہر کرے گا۔ اوجین کے خط کی آہستہ حرکت خط اوجین کے مقام کو متواتر کئی سال تک دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ طریق شمس کی سطح مستوی میں یہ خفیف سی راست حرکت بھی رکھتا ہے جو ۲۵ و ۱۱ فی سال کے مساوی ہے۔

۸۵۔ موسموں کے طول۔



شکل ۴۵

اگر شکل (۴۴) میں انقلابوں کے وقت زمین کا مقام بالترتیب ن اور ق پر ہو تو خط لاہما (جو س میں سے خط ن ق پر عمود وار کھینچا گیا ہے) کے سرول لا اور ما سے (دیکھو شکل ۴۴) بالترتیب

کے اعتدال ربیع اور اعتدال خریف کے مقام ظاہر ہونگے۔ اس طرح سے زمین کا مدار چار تو سوں لا ق، ق ما، ما ن، ن لا میں منقسم ہو جاتا ہے جن سے بالترتیب موسم بہار، گرما، خزاں اور سرما کی تعبیر ہوتی ہے۔

یہ چار موسم طول میں مساوی نہیں ہوتے۔ بہار اور گرما ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک رہتے ہیں اور خزاں اور سرما سے جو ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک رہتے ہیں تقریباً ۸ دن زیادہ لمبے ہوتے ہیں اس عدم تساوی کی وجہ کیلبر کے دوسرے کلیہ کی مدد سے آسانی ہو سکتی ہے۔ فرض کرو کہ اب انقلاب کا خط ہے (دیکھو شکل ۴۵) جو آسانی کی خاطر خطِ وجہین پر منطبق فرض کیا گیا ہے۔ لہذا اعتدالین کا خط ہے اور ج د ناقص کا محور اصغر ہے یعنی ناقص کے مرکز و میں سے اب پر نمود ہے، اب چونکہ ج د ناقص کے رقبہ کی تفصیف کرتا ہے اسلئے

$$\text{رقبہ ج ب د} = \text{رقبہ ج د ا}$$

$$\therefore \text{رقبہ ج ب د} < \text{رقبہ لا ا ما}$$

$$\therefore \text{صریحاً رقبہ لا ب ما} < \text{رقبہ لا ا ما}$$

لیکن چونکہ مساوی رقبے مساوی وقتوں میں مرسم ہوتے ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ بہار اور گرما کا مجموعی طول خزاں اور سرما کے مجموعی طول سے زیادہ ہے۔ لہذا چار موسموں کے طول حسب ذیل ہیں۔

بہار	گرما	خرزاں	سرما
۹۲ دن ۳ گھنٹے	۹۳ دن ۱۴ گھنٹے	۸۹ دن ۱۸ گھنٹے	۸۹ دن ۱ گھنٹے

مدار ارض کا خروج المرکز

۸۶ - تعریف - ناقص کے مرکز اور ماسک کے درمیان فیاصلہ کو اس کے نصف محور اعظم سے جو نسبت ہوتی ہے اس کو خروج المرکز کہتے ہیں، پس

$$\text{خروج المرکز} = \frac{\text{وس}}{\text{وا}} \quad (\text{شکل ۴۵})$$

ہم زمین کے مدار کے خروج المرکز کو سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے ظاہری قطروں کی رقوم میں بیان کر سکتے ہیں۔

$$\text{چونکہ} \quad \text{وس} = \frac{1}{4} (\text{س ب} - \text{س ا})$$

$$\text{وا} = \frac{1}{4} (\text{س ب} + \text{س ا})$$

$$\therefore \text{نر} = \frac{\text{س ب} - \text{س ۱}}{\text{س ب} + \text{س ۱}}$$

لیکن س ۱ اور س ب بالترتیب ۱ اور ب پر سورج کے ظاہری قطروں کے بالعکس تناسب ہیں۔ پس اگر ظاہری قطرق اور قی ہوں تو

$$\text{نر} = \frac{\frac{1}{\text{ق}} - \frac{1}{\text{قی}}}{\frac{1}{\text{ق}} + \frac{1}{\text{قی}}} = \frac{\text{ق} - \text{قی}}{\text{ق} + \text{قی}}$$

پس مدار ارض کا خروج المکرز سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے ظاہری قطروں کے فرق کو ان کے حاصل جمع پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

مثال - سورج کا بڑے سے بڑا ظاہری قطر ۳۲ ۳۶ ہے اور چھوٹے سے چھوٹا ۳۱ ۳۲۔ اس سے زمین کے مدار کا خروج المکرز محسوب کرو۔

$$\text{یہاں نر} = \frac{\text{ق} - \text{قی}}{\text{ق} + \text{قی}} = \frac{۱۸۹۲ - ۱۹۵۶}{۱۸۹۲ + ۱۹۵۶} = \frac{۱}{۶۰} \text{ تقریباً}$$

عام مثالیں

۱ - سورج سے ایک ستیارہ کا ابتداء ۱۵۰ ہے کیا یہ ستیارہ سفلی ہے یا علوی۔

جواب علوی (نتیجہ صریح دفعہ ۵۹)

۲ - ایک ستیارہ تربیع میں ہے کیا یہ سفلی ہے یا علوی۔

جواب علوی

۳ - ایک دورین کے ذریعہ دو ستیارے دیکھے گئے ہیں۔ ایک ستیارہ پہلے ہلال کی شکل میں ہے اور دوسرا نصف دائرے کی شکل میں نمایاں ہے بتاؤ کہ یہ ستیارے سفلی میں یا علوی۔

جواب دونوں سفلی (دفعہ ۶۴)

۴ - زمین اور سورج کے محاذی ایک ستیارہ پر جوزاویہ بنتا ہے اس کا خارجی زاویہ ۱۲۰ کا ہے۔ بتاؤ ستیارہ کا جو نصف کرہ زمین کے سامنے ہے اس کا کس قدر حصہ روشن ہے

جواب $\frac{2}{3}$ (دفعہ ۶۱)

۵ - مشق (۴) میں اس کے مرئی منوجھہ کی جو ظاہری چوڑائی اس کے چوڑے سے چوڑے حصہ پر ہے اس کی نسبت ستیارہ کے پورے قرص کے ظاہری قطر کے ساتھ معلوم کرو۔

(دفعہ ۶۲)

یہاں

$$\frac{\text{ظاہری چوڑائی}}{\text{سیارہ کا قطر}} = \frac{\text{زہم الجیب } ۹۲۰}{۱۲} = \frac{(۱ - \text{جم } ۹۲۰)}{۱۲} = \frac{(۱ + \frac{1}{۴})}{۱۲} = \frac{۳}{۳۲} = \frac{۳}{۳۲}$$

۶۔ ایک سیارہ کا سورج سے بڑے سے بڑا ابتداء جو زمین سے مشاہدہ کیا گیا ہے ۳۰° ہے۔ سورج سے زمین کے فاصلہ کو ۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل مان کر سیارہ مذکور کے مدار کا نصف قطر معلوم کرو۔ جواب = ۳ کروڑ ۶۰ لاکھ میل۔

۷۔ زمین اپنے مدار پر جس رفتار سے حرکت کرتی ہے اس کی تقریبی قیمت فی ثانیہ میلوں کی رقم میں محسوب کرو۔ جواب ۳ ۱۸۵

۸۔ اگر زحل کے دو متواتر مقاموں میں ۳۷۸ دن کا عرصہ ہو تو زحل کے سال کا طول معلوم کرو۔

$$\text{یہاں } \frac{1}{378} = \frac{1}{34525} - \frac{1}{34525}$$

حل کرنے سے ی = ۱۰۸۲۸۵۶ دن

۲۹۵۶ = سال

۹۔ عطارد کا دوری وقت ۸۸ دن کا ہے۔ اس کے دو متواتر افونی اقصیوں کے درمیان کتنا وقفہ ہوگا۔

$$\text{یہاں } \frac{1}{88} = \frac{1}{34525} - \frac{1}{34525}$$

حل کرنے سے ت = ۱۱۵۵۹ دن

۱۰۔ سورج سے زہرہ کا اوسط فاصلہ زمین کے فاصلہ کا تقریباً ۷۲ گنا ہے، کپلر کے کلیتوں کی مدد سے زہرہ کا دوری وقت معلوم کرو۔ یہاں کپلر کے تیسرے کلیہ کی رو سے

$$ت : ۲ = ۳ : ۳$$

$$\text{یعنی } ت : ۲ = (۳۶۵۵۳۵) : (۳۶۵۵۳۵) = ۳ : ۳$$

∴ ت = ۱۲ (۳۶۵ و ۲۵) × ۲ (۷۷۲) = ۲۲۳ دن تقریباً
۱۱۔ بوڈ (Bode) کے کلیہ کی رو سے سورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے ہیں
ان کو درست تسلیم کر کے (۱) عطارد کا (۲) زحل کا دوری وقت معلوم کرو۔

{ (۱) ۹۰.۵۱۱ دن

جواب

{ (۲) ۱۱۵.۵۰ و ۳ دن

۱۲۔ اگر کوئی سیارہ سورج سے ۵ لاکھ میل کے فاصلہ پر اس کے گرد گردش کرتا
تو بتاؤ کہ اس کا دوری وقت کیا ہوتا۔
جواب ۳۱ ۱/۲ گھنٹے تقریباً

۱۳۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ مدار تاروں کی رفتار حقیض پران کے مداروں کے کسی
دوسرے مقام کی نسبت زیادہ تیز ہوتی ہے۔ (کیپلر کا دوسرا کلیہ)
۱۴۔ مریخ کے وقایع ہیں جن کے دوری وقت تقریباً ۳۰ گھنٹے اور ۱/۲ گھنٹے ہیں۔
مریخ سے ان کے اوسط فاصلوں کی نسبت معلوم کرو۔

چونکہ کیپلر کے کلیہ کا اطلاق وقایع کی حرکتوں پر بھی ہوتا ہے اس لئے

$$\text{ت : ۲} = \text{ر : ۲} = \text{ر}^۳$$

$$\text{یعنی } ۳۰ : ۲ = (۷ \frac{۱}{۲}) : ۲ = \text{ر}^۳$$

$$\text{یا } ۲۴ : ۲ = ۷ : ۲ = \text{ر}^۳$$

$$\therefore ۱۶۱۶ : ۱ = ۷ : ۲ = \text{ر}^۳$$

پس مریخ سے ان کے اوسط فاصلوں کی نسبت ۱۶۱۶ : ۱ یعنی ۲ : ۱۶۱۶ : ۱ ہے۔
۱۵۔ عطارد کی رفتار اپنے مدار پر ۳ میل فی ثانیہ ہے۔ اس سے زحل کی رفتار محسوب کرو

$$\text{یہاں } \text{ف : ۳} = \text{ف} : ۱۶۱۶ = \text{ر}^۳$$

$$\text{یا } ۳ : \text{ف} = ۱۰۰۰ : ۱۶۱۶ = \text{ر}^۳ \quad (\text{کلیہ بوڈ})$$

$$\text{یا } ۳ : \text{ف} = ۱۰ : ۲ = \text{ر}^۳$$

$$\therefore ۱۰ : \text{ف} = ۶۰ : ۱۰۰۰ = \text{ر}^۳ \quad \text{یعنی } \text{ف} = ۶۰ \text{ میل فی ثانیہ}$$

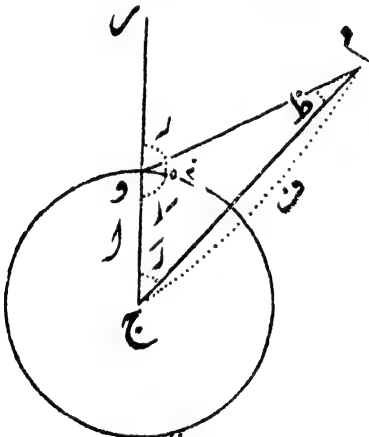
۱۶۔ مریخ کے تاج ۵ ستمبر ۱۸۷۷ء کو معلوم کیے گئے، یہ تاج مریخ کے مشاہدہ کے
لئے سب سے زیادہ نوزوں کیوں تھی۔
[دفعہ ۷۷]

سیاروں کے ناموں کی جدول									
نام	علامت	سورج سے اوسط فاصلہ	دوری وقت	اجتماعی دور	قطب جاذبہ کا نقطہ	رفتاری تیز	دارکار اور سلطان	تیسری جدول	نام
عطارد	☿	۳۷	۸۸ دن	۱۱۵ دن	۸ دن	۳۷	۱۰	۱۲	عطارد
زہرہ	♀	۷۲	۲۲۴ دن	۵۸ دن	۲۲ دن	۲۱	۳۳	۱۴	زہرہ
مریخ	♂	۱۰	۲۴۵ دن	—	—	۱۸	—	۱۰	مریخ
بھاشا	♂	۱۵۶	۶۸۶ دن	۷۸۰ دن	۳ دن	۱۵	۱۵	۱۰	بھاشا
مشتری	♃	۵۲	۱۲ سال	—	—	—	—	—	مشتری
زحل	♄	۹۵	۱۲ سال	—	۱۱۰ دن	۸	—	۱۹	زحل
ہیرنل	♅	۱۹۱	۲۹ سال	—	۳۶۸ دن	۶	۱۴	۲۰	ہیرنل
کھنجر	♆	۳۰۰	۱۱۵ سال	—	۵۷۵ دن	۳	۱۷	۲۰	کھنجر

ساتواں باب

اختلافِ منظر

۸۔ تعریف۔ کسی جرم کے یومیہ اختلافِ منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والے نصف قطرِ ارضی کے محاذی جرمِ مذکور پر بنتا ہے۔
مثلاً اگر ج زمین کا مرکز ہو اور مشاہدہ کنندہ کا مقام ω ہو تو جرم m کا اختلافِ منظر وہ زاویہ ہے جو j و ω کے محاذی m پر بنتا ہے یعنی $\angle j\omega m$ ۔



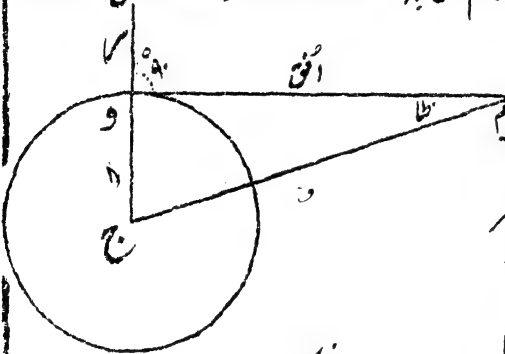
شکل (۴۷)

ثابت ستارے ہم سے
اس قدر دور و دراز فاصلہ
پر واقع ہیں کہ ہم ان خطوں
کو جو ستارہ مذکور کو مشاہدہ
کنندہ اور زمین کے مرکز سے
وصل کرتے ہیں عملاً
متوازی خیال کر سکتے
ہیں اور ان کا اختلافِ
منظر صفر ہوتا ہے تیشلی
طور پر یہ اندازہ لگانے
کے لئے کہ یہ زاویہ کس قدر

چھوٹا ہو گا طالبِ علم کو چاہیے کہ تپسہ کی ایک گولی لے جس کا قطر تقریباً ایک انچ ہو اور خیال کر لے کہ اس کے محاذی ... میل کے فاصلہ پر کے ایک نقطہ پر کیا زاویہ بنیگا۔ ہمارے نازک ترین آلہ سے بھی یہ ناپا نہیں جاسکیگا اور زمین کے نصف قطر کے محاذی قریب ترین ثابت ستارے کے محاذی جو زاویہ بنتا ہے وہ تو اس کے بھی سوہن حصہ سے کم ہے۔
لیکن سیارے اور نیزہ سورج اور چاند مقابلہ ہمارے زیادہ نزدیک ہیں اور زمین کے مرکز اور مشاہدہ کنندہ سے سیارہ کی سمتوں کا فرق کافی بڑا ہے اور جانشین میں آسکتا ہے۔

نیز اگر ان اجرام کو زمین کے دو مختلف مقاموں سے مشاہدہ کیا جائے تو بھی یہ تمیزیں ٹھیک ٹھیک دہی نہیں رہتیں۔ اس لئے تمام مشاہدہ کنندے اپنے مشاہدات کی پیمائش اسی طرح کرتے ہیں گویا کہ وہ زمین کے مرکز پر کھڑے ہیں، اس تصحیح کو اختلاف منظر کی تصحیح کہتے ہیں۔ اجرام کے میل اور صعود و مستقیم وغیرہ جو بحری جہتوں میں درج ہوئے ہیں وہ زمین کے مرکز کے لحاظ سے ہوتے ہیں۔

تعریف۔ جب کوئی جرم افق پر ہو تو اس کے اختلاف منظر کو افقی اختلاف منظر کہتے ہیں۔ مثلاً اگر جرم م



شکل (۴۷)

مشاہدہ کنندہ کے افق پر ہو تو زاویہ ظا افقی اختلاف منظر ہوگا۔

۸۸۔ کسی جرم پر اختلاف منظر کا اثر یہ ہوتا ہے کہ وہ آسمان پر زیادہ نیچے دکھائی دیتا ہے۔ کیونکہ اگر مشاہدہ کنندہ کا مقام وہ ہو (دیکھو شکل ۴۶) تو دوسرے

یعنی وہیں سے گزرنے والا نصف قطر محدودہ رأس کی سمت ہوگا اور وہ سے مشاہدہ کرنے میں جرم مذکور کا راستی فاصلہ > ر ہوگا۔ نیز زمین کے مرکز پر سے مشاہدہ کرنے میں راستی فاصلہ > ر ہوگا۔

لیکن $r > r + \rho > \rho$

یعنی ظاہری راستی فاصلہ = اصلی راستی فاصلہ + اختلاف منظر پس ج پر سے دیکھنے کی نسبت و پر سے دیکھنے میں جرم مذکور مقابلہ نیچے دکھائی دیتا ہے کسی جرم کے اختلاف منظر کی تعیین جبکہ اس کا راستی فاصلہ معلوم ہو۔

۱ = زمین کا نصف قطر (شکل ۴۶)

ف = ج م = جرم کا فاصلہ

علم مثلث کی رو سے ہم جانتے ہیں کہ Δ ج و م کے اضلاع مقابل کے زاویوں کی جنوب کے متناسب ہیں۔

$$\therefore \frac{1}{\text{ظ}} = \frac{\text{جب ظ}}{\text{جب } (90 - \text{ر})}$$

$$\text{یا } \frac{1}{\text{ظ}} = \frac{\text{جب ظ}}{\text{جب ر}}$$

$$\therefore \text{جب ظ} = \frac{1}{\text{ظ}} \times \text{جب ر}$$

لیکن چونکہ ظ ہمیشہ بہت چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اسلئے
جب ظ = ظ (قوسی پیمانہ میں)

$$\therefore \text{ظ} = \frac{1}{\text{ظ}} \times \text{جب ر}$$

لیکن جب جرمِ منق پر ہوتو ر = ۹۰° اور ظ اُفقِ اختلافِ منظر یعنی ظا کو تعبیر کرتا ہے

$$\therefore \text{ظا} = \frac{1}{\text{ظ}} \times \text{جب } 90^\circ = \frac{1}{\text{ظ}}$$

یہ قیمت درج کرنے سے ظ = ظا جب ر

یا اختلافِ منظر = اُفقِ اختلافِ منظر \times ظاہری رُسی فاصلہ کی جیب -
پس کسی جرم کا اختلافِ منظر اس کے ظاہری رُسی فاصلہ کی جیب کے متناسب ہوتا ہے -
چونکہ جب ر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب ر = ۹۰° اس لئے ظاہر ہے
کہ اختلافِ منظر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب کہ جرم اُفق پر ہو -

مثالیں

۱۔ اگر سورج کا ارتفاع ۹۰° مشاہدہ ہو اور اختلافِ منظر ۴۴' ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو -

یہاں چونکہ اختلافِ منظر کی وجہ سے جرم زیادہ نیچے نظر آتا ہے
اصلی ارتفاع = مشاہدہ کردہ ارتفاع + اختلافِ منظر

$$\text{اسلئے } \text{اصلی ارتفاع} = 90^\circ + 44' = 94^\circ 44'$$

۲۔ چاند کا اُفقِ اختلافِ منظر ۵۵' ہے، اگر اس کا مشاہدہ کردہ ارتفاع ۹۰° ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو -

یہاں ظ = ظا جب ر اور ر = ۹۰۔ ۹۰ = ۳۰

$$\therefore \text{ظ} = (۵۷^{\circ} ۶') \text{ جب } ۳۰ = \frac{1}{4} (۵۷^{\circ} ۶') = ۱۴^{\circ} ۲۸'$$

اس لئے اصلی ارتفاع = ۹۰۔ ۱۴ = ۷۵

۳۔ سورج کا افقی اختلافِ منظر ۸ و ۸ ہے۔ اگر اس کا راستی فاصلہ ۹۰ مشاہدہ کیا جائے تو اس کا اصلی راستی فاصلہ معلوم کرو۔

یہاں ظ = ظا جب ر

$$\text{یا ظ} = ۸ و ۸ \text{ جب } ۹۰ = \frac{۳۱}{۳۶} \times ۸ و ۸ = ۶ و ۶$$

اس لئے اصلی راستی فاصلہ = ۹۰۔ ۶ = ۸۴ و ۸۴
کسی جرم کا افقی اختلافِ منظر دیا ہوا ہو تو اس کا راستی فاصلہ معلوم کرو اور عکس کے ہم ابھی دیکھ چکے ہیں کہ ظا = $\frac{1}{4}$ لیکن اس میں ظا تو سی پیمانہ میں بیان کیا گیا ہے پس اگر اسکو تائینوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{1}{\text{ظا}} = \frac{1}{۳۰.۶۲۶۵}$$

مثالیں

(۱) چاند کا افقی اختلافِ منظر ۵۷۔ ۶ معلوم ہے اگر زمین کا نصف قطر ۳۰۰۰

میل ہو تو اس کا فاصلہ زمین سے معلوم کرو۔ جواب۔ ۱۰ لاکھ ۴۰ ہزار میل تقریباً

(۲) سورج کا افقی اختلافِ منظر ۸ و ۸ ہے۔ زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرو۔

جواب۔ ۹ کروڑ ۳۷ لاکھ میل۔

(۳) چاند کا فاصلہ زمین کے نصف قطر کا ۶۰ گنا ہے، اس کا افقی اختلافِ منظر معلوم کرو۔

$$\text{یہاں } \frac{1}{\text{ظا}} = \frac{1}{۳۰.۶۲۶۵} = \frac{1}{۶۰}$$

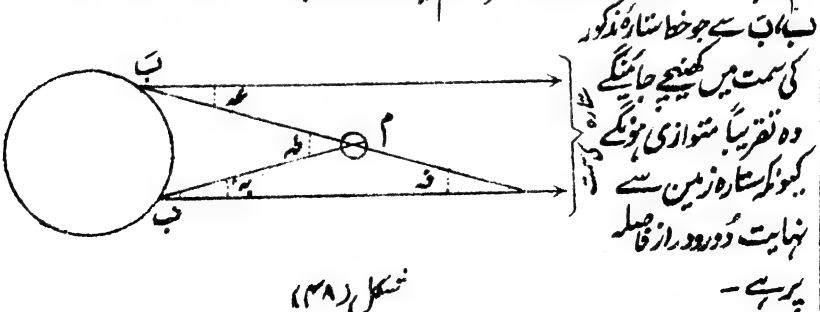
$$\therefore \text{ظا} = ۵۷^{\circ} ۱۷'$$

۸۹۔ اختلافِ منظر سے کسی جرم کے مقام کا تغیر بھی انعطاف کے تغیر کی طرح جرمِ مذکور میں سے گزرنے والے دائرۃ انتصابی کی سمت میں ہوتا ہے۔ پس اختلافِ منظر اور انعطاف دونوں سے جرم کے سمت میں کوئی فرق نہیں آتا۔ ہم دیکھ چکے ہیں (صفحہ ۳۹) کہ انعطافِ جرم

کے فاصلہ پر موقوف نہیں کیونکہ شعاں میں صرف کرہ ہوائی میں داخل ہونے کے بعد مغطف ہوتی ہیں لیکن اختلاف منظر کی حالت مختلف ہے۔ جوں جوں جرم کا فاصلہ بڑھتا جاتا ہے اختلاف منظر کم ہوتا جاتا ہے چاند کا اختلاف منظر ۵۷ ثانیہ ہے لیکن سورج کا جو چاند کی نسبت بہت زیادہ فاصلہ پر ہے، تقریباً ۸۰ ہے اور باقی ستارے تو اس قدر دور ہیں کہ ان کا اختلاف منظر صفر ہے چاند کے سوائے باقی سب جرم اختلاف منظر سے جتنا نیچے اترتے ہیں انعطاف کی وجہ سے اُس سے کہیں زیادہ اوپر اٹھے معلوم ہوتے ہیں مثلاً افقی انعطاف ۳۴ کے مساوی ہوتا ہے اور ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ جب سورج افق پر ہونو اختلاف منظر کی وجہ سے یہ صرف ۸ نیچے اتر جاتا ہے لیکن چاند کی صورت میں اختلاف منظر کا اثر انعطاف کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے پس دونوں کے مجموعی اثر سے چاند نیچے اتر جاتا ہے۔

زمین کی سطح پر دو بعید الفصل مقامات تقریباً ایک ہی نصف النہار پر واقع ہیں ان کے محاذی چاند یا کسی ستارے پر جو زاویہ بنتا ہے اُسے معلوم کرو۔

۹۰۔ فرض کرو کہ ب، ب زمین کی سطح پر دو دور دور کے مقامات ہیں جو قریب قریب ایک ہی نصف النہار پر واقع ہیں اگر ب، ب اور اس امید اس مطلب کے لئے بہت موزوں ہیں۔ م چاند یا کسی ستارہ کا مقام ہے جبکہ ب، ب کے نصف النہار پر ہو۔ اب ب سے کسی ثابت ستارہ کو مشاہدہ کرو جو حتی الوسع آسمان کے اسی حصہ میں واقع ہو جس میں م ہے۔ تب ان کے متیلوں اور صعود و ستقیم میں جو اختلاف ہوگا وہ نہایت خفیف ہوگا۔ نیز



ن شکل (۳۸)

زاویے عمود پر

جو بالترتیب ب اور ب پر چاند اور ستارہ کے زاویہ فاصلے ہیں خرہ پیاؤں کے ذریعہ اصیاط

سے ناپ لئے جاتے ہیں، لیکن

$$\angle q = \angle r + \angle s$$

اد = فہ = ع متوازی خطوں کی رو سے

اس لئے $\angle طه = \angle عم + \angle ب$

یہ چونکہ عام اور بہ معلوم ہیں اس لئے طے معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر مقامات ب، ج، ایک ہی نصف النہار پر نہ ہوں تو چونکہ مشاہدہ کنندہ سے ایک ہی وقت پر کمیشن نہ کرینگے اس لئے اُن کو چاہیے کہ اس امر کو ملحوظ رکھیں کہ چاند یا سیارہ کو ایک مشاہدہ کنندہ کے نصف النہار سے دوسرے کے نصف النہار پر آئے ہیں کچھ وقت لگتا ہے اور اس وقت میں سیارہ مذکور (اپنی مداری حرکت کی وجہ سے) کچھ نہ کچھ فاصلہ مٹ جاتا ہے، لہذا اس ہٹاؤ کی بنا پر مناسب تصحیح کر لیں۔

چاندیا کسی سیارہ کے افقِ اختلافِ منظر کی تعیین

۹۱۔ حسب سابق زمین کے ایک ہی نصف النہار پر شمالی اور جنوبی نصف کرہ میں دو مقامات ب، ب' (شکل ۴۹) منتخب کر لئے جاتے ہیں۔ نسب ایک ہی وقت چاند یا ستارہ م کے نصف النہاری راستی نامی ناصیئہ آکر نصف النہاری دائرہ کی دوسرے ناپ لئے جاتے ہیں۔

فرض کرو کہ یہ ۱۰ اوروں کے

ہیں جیکب اور رب

برکے رہی نقطوں کی

نسمیتر بالترتیب و

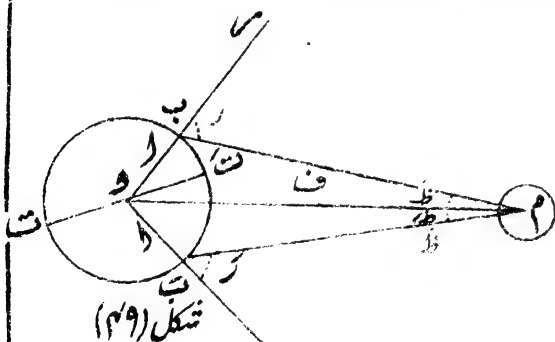
اور ویرمیں - نیز

فرض کرو کہ افہمی اختلاف

منظر خلا ہے۔ اب نوحہ

۸۸ کی طرف سے

اد



$$\therefore \text{طا} = \frac{\text{ظ} + \text{ظ}}{\text{جب ر} + \text{جب ر}}$$

لیکن ظ + ظ معلوم ہے کیونکہ یہ وہ زاویہ ہے جو ب اور ب کے محاذی م پر بنتا ہو (دفعہ ۹) اور ر اور ر متبادلہ سے معلوم ہو سکتے ہیں، اس لئے افقی اختلاف منظر ظا معلوم ہو سکتا ہے اس طریقہ میں انعطاف کی وجہ سے کسی اہم غلطی کے پیدا ہونے کا اندیشہ نہیں کیونکہ دفعہ ۹ میں جاندار ثابت ستارہ دونوں آسمان پر تقریباً ایک ہی مقام پر ہیں اور اس لئے دونوں پر انعطاف کا اثر تقریباً مساوی ہوتا ہے۔ پس ظ + ظ کی قیمت نہایت صحت کے ساتھ حاصل ہو سکتی ہے۔

افقی اختلاف منظر کے لئے اس جواب کو ایک اور شکل میں بھی لکھا جاسکتا ہے۔ خط استوات کا کھینچو۔ اور فرض کرو کہ ب، ب کے عرض بلد بالترتیب لہ، لہ ہیں

$$\therefore \text{ساوت} = \text{لہ اور ساوت} = \text{لہ}$$

لیکن (اقلیدس م اش ۳۲)

$$\text{ر} + \text{ر} = \text{ر} = \text{ساوم} + \text{ر} + \text{م} + \text{ظ} + \text{ظ} > \text{ظ}$$

$$\text{یا ر} + \text{ر} = \text{لہ} + \text{لہ} + \text{ظ} + \text{ظ}$$

$$\therefore \text{ظ} + \text{ظ} = \text{ر} + \text{ر} - \text{لہ} - \text{لہ}$$

$$\therefore \text{یقیناً درج کرنے سے طا} = \frac{\text{ر} + \text{ر} - \text{لہ} - \text{لہ}}{\text{جب ر} + \text{جب ر}}$$

اس طریقہ سے سورج کا اختلاف منظر معلوم کرنا ناممکن ہے کیونکہ اس کی شعاعوں کے اشتداد کی وجہ سے اس کے نزدیک کے ستارے دیکھے نہیں جاسکتے۔ لیکن اس کو بالواسطہ بطریق ذیل محسوس کیا جاسکتا ہے۔

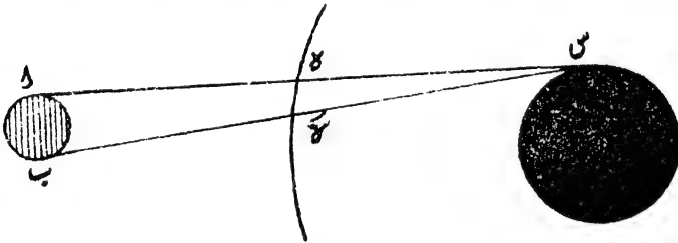
جب مریخ مقابلہ میں ہو تو فرض کرو مندرجہ بالا طریقہ سے اس کا اختلاف منظر معلوم کیا گیا ہے اس سے مریخ کا فاصلہ زمین سے معلوم ہو جاتا ہے (دفعہ ۸۸)۔ اب ظاہر ہے کہ یہ فاصلہ ر کے مساوی ہے جہاں ر اور ر سورج سے بالترتیب مریخ اور زمین کے فاصلے ہیں۔ لیکن ر اور ر کی نسبت کپلر کے تیسرے کلید کی ر سے معلوم ہو سکتی ہے۔ پس حل کرنے سے ہم ر یعنی سورج کا فاصلہ زمین سے معلوم کر سکتے ہیں اور اس سے دفعہ ۸۸

کی بنا پر سورج کا اختلاف منظر نکال سکتے ہیں۔

لیکن سورج کے اختلاف منظر اور اس لئے زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرنے کا بہترین طریقہ اس کے قرص پر سے زہرہ کے مور کے مشاہدات پر مبنی ہے (دیکھو دفعہ ۷۶) جو حسب ذیل ہے:-

سورج کا اختلاف منظر معلوم کرنے کے لئے ٹی لائیل کا طریقہ ۵۲۔ دو مقام α ، β (دیکھو شکل ۵۰) ایسے منتخب کئے جاتے ہیں جو دونوں زمین کے خط استوا $\alpha\beta$ کے قریب ہوں اور جن کا درمیانی فاصلہ حتی الامکان زیادہ ہو۔ $\alpha\beta$ آسانی کے لئے فرض کرو کہ سورج اور زہرہ کا مدار $\alpha\beta$ کی سطح مستوی میں ہیں، اس اور β میں سورج کے تماس کھینچو۔

α پر کا مشاہدہ کنندہ وہ وقت دیکھ لیتا ہے جبکہ زہرہ کا داخلی تماس واقع ہوتا ہے اور یہ اُس وقت ہوتا ہے جبکہ زہرہ مقام α پر ہو اور خط $\alpha\beta$ کو داخلی طور پر پس کرے۔



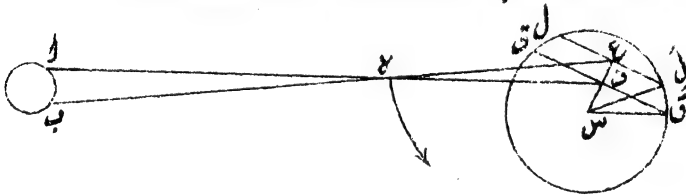
شکل (۵۰)

اسی قسم کا مشاہدہ β پر کر لیتے ہیں جہاں زہرہ کا داخلی تماس α پر واقع ہوتا ہے۔ دونوں مشاہدات کے اوقات کو گرینچ کے وقت میں تحويل کر لیتے ہیں جس سے α اور β کے اختلاف طول بلد کی وجہ سے جو غلطی ہوتی ہے وہ رفع ہو جاتی ہے دونوں جواہروں کا فرق وقت کے اُس وقفہ کو بقیہ کرتا ہے جس میں کہ زہرہ سورج کے گرد زاویہ α میں سے گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے (طالب علم کو یاد رہے کہ ہم یہاں زمین کو ساکن خیال کر رہے ہیں اور سورج کے گرد زہرہ کی زاویہی رفت کو اتنی فرض کر رہے ہیں جتنی کہ اُس کی اصلی زاویہی رفتار زمین کی اصلی زاویہی رفتار سے زیادہ ہے) لیکن جس شرح

سے زاویہ δ اس کا بنتا ہے وہ ہمیں معلوم ہے کیونکہ یہ وہ شرح ہے کہ اس سے دور وضعی میں 360° زاویہ طے ہوتا ہے۔ اس سے ہم زاویہ δ اس کا یا اس ٹب محسوب کر سکتے ہیں اور جب ہمیں یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ زمین پر کے دو دور دور کے مقامات کے محاذی سورج پر کیا زاویہ بنتا ہے تو اس سے ہم دفعہ ۹۱ کی مدد سے سورج کا افقی اختلاف منظر اور بناء علیہ زمین سے سورج کا فاصلہ دریافت کر سکتے ہیں۔

عملی طور پر جب اس طریقہ سے کام لیا جاتا ہے تو اس میں بہت سی دقیقیں پیش آتی ہیں اور ان میں سے زیادہ اہم وقت طر فی شمس کے ساتھ زہرہ کے مدار کا میلان ہے۔ ڈسے لائل کے طریقہ میں دونوں مقامات کے طول بلد کا پوری صحت کے ساتھ علم ہونا نہایت ضروری ہے، ذیل کے طریقہ میں جسکو ہیلی نے مشاہدہ میں پیش کیا تھا ان مقاموں کے طول بلد کا جاننا ضروری نہیں کیونکہ اس میں دونوں مقاموں پر مرور کا محض وقفہ دیکھا جاتا ہے۔ پس گھڑیوں کے مختلف اوقات ظاہر کرنے سے اس میں کچھ فرق نہیں پڑتا۔

ہیلی کا یعنی وقفوں کا طریقہ
۹۳۔ اس میں زمین کی سطح پر دو مقامات A اور B ایسے منتخب کرتے ہیں جن کا فاصلہ ایک دوسرے سے حتی الامکان زیادہ ہو اور جن میں سے ایک بہت بڑے شمسی عرض بلد پر ہو اور دوسرا بہت بڑے جنوبی عرض بلد پر تاکہ ان دونوں مقامات پر سے مرور کے جو وقفے مشاہدہ کئے جاتے ہیں ان کا فرق حتی الوسع بڑے سے بڑا ہو۔



شکل (۵۱)

فرض کرو کہ زہرہ کے بیادرب اور δ کی سطح مستوی کا غدی کی سطح مستوی ہے، اطالع علم کو یاد رہے کہ اس دائرہ کی سطح مستوی جس کا مرکز S ہے اور جو سورج کے قرص کو قبضہ کرتا ہے کا غدی کی سطح مستوی پر عمود وار ہے۔ جو شخص A پر کھڑا ہے اس کو زہرہ اپنی ظاہری حرکت میں جتیرہ کی علامت

۱۱۔ اس میں S کو سورج کے مرکز پر منطبق خیال کیا جاتا ہے۔

سے کا دکھائی گئی ہے سورج کے قرص پر سے خط ق ق کی سمت میں گزرتا ہوا دکھائی دیکھا اور جو شخص ب پر کھڑا ہے اُس کو ل کی سمت میں معلوم ہوگا۔ دونوں صورتوں میں مرد کی مدت مشاہدہ کر لی جاتی ہے لہذا ہم اُس رفتار کو جس سے زہرہ سورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دکھائی دیتا ہے محسوب کر سکتے ہیں (دیکھو مشق ۱۸ صفحہ ۱۸) اور یہ رفتار بقدر ۴۸ (زاویہ) فی منٹ (وقت) ہے۔ اس لئے اب ہم معمولی تناسب کی رُو سے یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ ق ق اور ل میں (زاویہ) سکند کتنے ہیں، یہ جواب خروہ پیمانی کے ذریعہ معلوم کرنے کی نسبت زیادہ صحیح ہوگا۔ پس ان دُوروں کے نصف طول یعنی ع ل اور ف ا ق سکندوں میں معلوم ہو سکتے ہیں لیکن سورج کا نصف قطر س ق یا س ل سکندوں میں معلوم ہے اس لئے ہم س ع اور س ف میں سکندوں کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں کیونکہ اقلیدس (۴۸) کی رُو سے

$$س ع = ۲ = س ل - ل ع$$

$$س ف = ۲ = س ق - ق ف$$

چونکہ س ع اور س ف معلوم ہوتے ہیں اس لئے ع ف میں سکندوں کی تعداد معلوم ہو سکتی ہے۔

اب ع ف کو میلوں میں معلوم کرنے کے لئے مقامات ۱ اور ب کے درمیانی فاصلہ کو میلوں میں جاننا ضروری ہے۔ اگر یہ معلوم ہو تو مشابہ مثلثوں ۱ ۲ ب اور ع ۲ ف سے

$$ع ف : ۱ ب :: ۲ ف : ۱ ۲$$

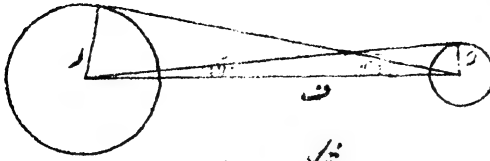
لیکن نسبت ۲ ف : ۱ ۲ دفعہ ۶۶ کی رُو سے معلوم ہو سکتی ہے اور ۲۳ : ۶۶

کے مساوی ہے۔ اس لئے ع ف میلوں میں معلوم ہو سکتا ہے بالآخر جب ع ف میلوں میں معلوم ہو جائے اور جزاویہ اس کے محاذی زمین پر مبنی ہے وہ سکندوں میں معلوم ہو جائے تو سورج کا فاصلہ اس طرح نکل سکتا ہے۔

$$\frac{ع ف}{سورج کا فاصلہ} = \frac{ع ف (میلوں میں)}{۲۰۶۲۶۵}$$

جس سے سورج کا اختلاف منظر محسوب ہو سکتا ہے۔

چاند کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو



۹۴- یہ بتا دینے کے بعد

کہ چاند سورج یا کسی سیارہ کا اختلاف منظر کس طرح سے معلوم

نکسل (۵۲)

کرتے ہیں ہم ان اجرام کے نصف قطروں کا زمین کے نصف قطر کے ساتھ مقابلہ کر کے ان کے طول میلوں میں محسوب کر سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ $r =$ زمین کا نصف قطر

$R =$ چاند یا کسی دوسرے جرم کا نصف قطر۔

$\phi =$ چاند کا افقی اختلاف منظر $=$ زمین کا

زاویائی نصف قطر جو چاند سے دکھائی دے۔

$\phi_a =$ چاند کا زاویائی نصف قطر

چونکہ $\frac{r}{R} = \frac{\phi_a}{\phi}$ (قوسی پیمانہ میں)

اور $\frac{r}{R} = \frac{\phi_a}{\phi}$

$\therefore r : R = \phi_a : \phi$

یعنی زمین کا نصف قطر : چاند کا نصف قطر :: چاند کا اختلاف منظر : چاند کا زاویائی نصف قطر

مثالیں

(۱) چاند کے افقی اختلاف منظر کو ϕ فرض کر دو اور اس کا زاویائی قطر $\phi_a = ۳۴'$ اگر زمین کا نصف قطر ۳۰۰۰ میل ہو تو اس کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔

یہاں چاند کا نصف قطر $\phi_a = ۱۶''$

$\therefore ۳۰۰۰ : r = ۱۶ : ۵۶ \therefore r = \frac{۱۶ \times ۳۰۰۰}{۵۶} = ۱۱۲۳$ میل

۲- سورج کا افقی اختلاف منظر $\phi = ۸۵''$ ہے اور اس کا زاویائی قطر $\phi_a = ۳۲'$

اس کا قطر میلوں میں معلوم کرو جواب ۸۶۷۷۷ میل

۳- زہرہ کا دورِ وضعی ۵۸۴ دن کا ہے۔ زہرہ اور زمین سورج کے گرد گردش کرنے میں ایک منٹ (وقت) میں جو زاویہ بناتے ہیں ان میں سے زہرہ کا زاویہ

زمین کے زاویہ سے کتنا زیادہ ہے۔

جواب۔ ۵۴° ۱۰' فی منٹ (وقت)

۴۔ بوڑھے کلیہ کے مطابق سورج سے زہرہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت ۱۰ : ۱ تسلیم کر کے سورج کے قرص پر سے گزرتے وقت زہرہ کی زاویہ رفتار محسوب کرو۔

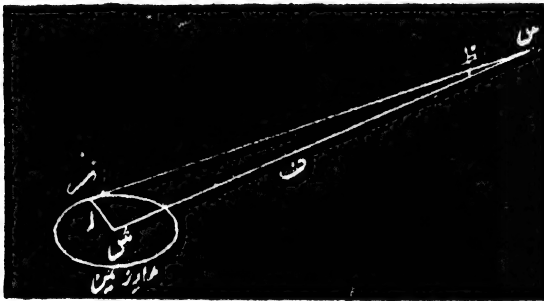
(مثلاً ۵۰) ۵۰ : ۱۸ = ۷ : ۳ - لیکن ۸ کی اضافی زاویہ رفتار سورج کے گرد ۵۴° ۱۰' فی منٹ ہے (دیکھو مثال بالا ۳) اسلئے ۸ کی اضافی زاویہ رفتار کے گرد اوپر کی زاویہ رفتار سے ۷ : ۳ زیادہ ہے یا بالفاظ دیگر ۵۴° ۱۰' فی منٹ کی بجائے گنی ہے۔ اس سے تقریبی جواب ۶۷° ۳۰' فی منٹ حاصل ہوتا ہے، زیادہ صحیح رفتار ۴۴° ۱۰' فی منٹ ہے۔

سالانہ اختلاف منظر

۵۵۔ قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کی سطح پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کی کسی قسم کی تبدیلی سے کسی ثابت ستارہ کی سمت میں بظاہر کوئی فرق نہیں پڑتا لیکن جب زمین سورج کے گرد اپنی سالانہ گردش کے دوران میں ۹ کروڑ میل سے زیادہ نصف قطر کے مدار پر گھومتی ہے تو ضرور ہے کہ وہ مقامات جن پر سے مشاہدہ کنندہ سال کے مختلف اوقات میں ثابت ستاروں کو مشاہدہ کرتا ہے وہ فضا میں ایک دوسرے سے نہایت دور دراز اور بعید فاصلوں پر واقع ہوں مثلاً مدار زمین کے دو متقاطع نقطے ایک دوسرے سے تقریباً $\frac{1}{4}$ ۱۸ کروڑ میل کے فاصلہ پر ہیں اور زمین ان میں سے کسی ایک سے دوسرے تک چھ مہینے میں پہنچتی ہے۔ اس لئے ہمیں بالطبع یہ توقع پیدا ہوتی ہے کہ جب اس قسم کے دو مقامات سے جو ایک دوسرے سے اس قدر بعید انفصل ہوں کسی ثابت ستارہ کو دیکھا جائیگا تو اس کا مقام دونوں صورتوں میں بعینہ وہی نہیں رہے گا۔ اور جو ستارے نسبتاً زیادہ نزدیک ہونگے وہ دور کے ستاروں کی نسبت زیادہ ہٹے ہوئے معلوم ہونگے۔ ایک حتمی یہ بات بالکل صحیح ہے لیکن حقیقت یہ ہے کہ اکثر ستارے فضا میں اس قدر ناقابل سیائش اور بعید فاصلوں پر واقع ہیں کہ مدار ارضی کے قطر کے سربزیر سے دیکھنے سے بھی ان کی سمتوں میں کوئی معنیہ فرق نہیں پڑتا۔ صرف معدودے چند ستاروں کی صورت میں ہی جو زمین سے مقابلہ قریب ہیں یہ ہٹاؤ معلوم کیا جاسکتا ہے

یاد دوسرے لفظوں میں یوں کہنا چاہیے کہ ۱۸ کروڑ میل طول کا خط کافی لمبا نہیں جس کے محاذی اکثر ستاروں جیسے بعید الفصل اجرام پر کوئی قابلِ لحاظ زاویہ بن سکے۔ دورانِ سال میں چونکہ زمین اپنے مقامات کو فضا میں بدلتی رہتی ہے اس لئے جیسا کہ اوپر بیان ہوا بعض ثابت ستاروں کی ظاہری سمت میں خفیف سی تبدیلی واقع ہوتی ہے جن ستاروں میں یہ تبدیلی واقع ہوتی ہے کہ سماوی پیران کی سمت سے وہ سمت مانی جاتی ہے جس میں کہ یہ سورج کے مرکز پر سے جو فضا میں ثابت ہے دکھائی دیں۔ یہ سمت جس میں کوئی ستارہ سورج کے مرکز پر سے دیکھنے سے معلوم ہو ستارہ مذکور کی سمت مرکزی سمت کہلاتی ہے اور جس سمت میں ستارہ مذکور بظاہر یا زمین کے مرکز پر سے دیکھنے میں معلوم ہو (جس ظاہری سمت کو زمین مرکزی سمت کہہ سکتے ہیں) اسکو سمت مرکزی سمت میں تبدیل کرنے کے لئے اول الذکر میں جو تصحیح کرنی پڑتی ہے اسکو سالانہ اختلافِ منظر کی متعلقہ تصحیح کہتے ہیں۔

تعمیریت۔ کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو زمین اور سورج کو ملانے والے خط کے محاذی ستارہ مذکور پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر زمین کو تعمیر کرے اور مشی سورج کو نیز اگر کسی ستارہ ہو تو اس کا سالانہ اختلافِ منظر وہ زاویہ ہے



شکل (۵۳)

جو مشی کے محاذی س پر بنتا ہے گویا زاویہ ظ۔

۹۶۔ کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر کی تبدیلی کا کلیہ اسی طریقہ سے دریافت ہو سکتا ہے جس کے ذریعہ سے چاند یا کسی سیارہ کا یومیہ یا زمین مرکزی اختلافِ منظر معلوم کیا جاتا ہے کہ

$$\frac{\text{جب س-ظ}}{\text{جب س-ن}} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \text{جب س-ظ} = \frac{1}{f} \text{ جب س-ن}$$

لیکن چونکہ ظ بہت چھوٹا ہے اس لئے جب ظ = ظ (قوسی پیمانہ میں)

ظ = $\frac{ق}{ف}$ جب نر

پس سالانہ اختلافِ منظر ستارہ سے سورج کے زاویہ کی فاصلہ کی جیب کے متناسب ہوتا ہے۔
ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کا اختلافِ منظر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب نر = ۹۰۔
یہ ہر ایک ستارہ کے لئے سال میں دو بار ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ اختلافِ منظر کی بڑی سے
بڑی قیمت ظا ہے اب

$$\text{ظا} = \frac{ق}{ف} \text{ جب } ۹۰ = \frac{ق}{ف} \text{ نیز ظ} = \text{ظا جب نر}$$

نوٹ۔ عام طور پر جب ہم کسی ستارہ کے اختلافِ منظر کا ذکر کرتے ہیں تو اس سے ہماری مراد اختلافِ
منظر کی اس بڑی سے بڑی قیمت سے ہوتی ہے تا وقتیکہ اس کے خلاف با تصریح نہ بیان کیا جائے۔
چونکہ اوپر کے ضابطہ میں ظا قوسی پیمانہ میں بیان کیا گیا ہے اس لئے جب اس کو
سکنڈوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{\text{ظا}}{۲۰۶۲۶۵} = \frac{۱}{ف}$$

پس اگر ہمیں کسی ستارہ کا اختلافِ منظر معلوم ہو تو ہم اس کا فاصلہ نظامِ شمسی
سے محسوب کر سکتے ہیں کیونکہ اس کی قیمت یعنی سورج سے زمین کا فاصلہ ہمیں پہلے سے
معلوم ہے۔ ذیل کے سوالوں میں ۱ کو ۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل فرض کیا جاسکتا ہے

مثالیں

مجمیع قنطوس کے ستارہ عدہ کا اختلافِ منظر ۸.۵ ہے۔ نظامِ شمسی سے اس کا فاصلہ محسوب کرو

$$\text{یہاں } \frac{۸.۵}{۲۰۶۲۶۵} = \frac{۹۲۰۰۰۰۰}{ف}$$

$$\therefore ف = \frac{۲۰۶۲۶۵ \times ۹۲۰۰۰۰۰}{۸.۵} \text{ میل}$$

۲۔ اگر ایک ستارہ کا اختلافِ منظر ۲.۵ ہو تو بتاؤ کہ ستارہ سے روشنی کی شعاع کو زمین تک
پہنچنے میں کتنا وقت لگے گا جبکہ روشنی کی رفتار فی سکنڈ ۱۹۰۰۰۰ میل ہو۔

جواب تقریباً ۱۶ سال
کسی ستارہ پر اختلافِ منظر کا اثر یہ ہے کہ وہ سال بھر میں ایک چھوٹے ناقص کی
شکل میں گردش کرتا معلوم ہوتا ہے۔

۹۷۔ زمین جو اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے تو اس کے ہر منٹاؤ کے متناظر آسمان میں ستارہ
مذکور کے ظاہری مقام میں بھی خفیف سی تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ اس لئے ستارہ مذکور اپنی
سورج مرکزی سمت کے گرد (جو ثابت ہے) ایک چھوٹے سالانہ مدار پر زمین کے مدار کی سطح مستوی
کے متوازی حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ اب ہم زمین کے مدار کو متدیر فرض کر کے
دیکھتے ہیں کہ کسی ستارہ کے اختلافِ منظر کا کیا اثر ہوتا ہے جبکہ ستارہ مذکور (۱) طریقی شمس
کے قطب کے نزدیک ہو (۲) طریقی شمس پر ہو (۳) آسمان میں کسی جگہ ہو۔

(۱) اگر ستارہ طریقی شمس کے قطب پر واقع ہو تو ستارہ مذکور جو چھوٹی قوس بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے
اس کی سطح مستوی ہمارے مفروضہ کے مطابق ہمارے خطِ نگاہ پر علیٰ القوائم ہے اس لئے
یہ قوس جس کی نظیلیل کرہ ساوی پر ہم دراصل دیکھتے ہیں مستدیر معلوم ہوگی۔

(۲) اگر ستارہ طریقی شمس پر واقع ہو تو یہ طریقی شمس پر ہی آگے چھپے ایک خطِ مستقیم میں
حرکت کرتا ہوا معلوم ہوگا کیونکہ ظاہر ہے کہ جب ایسا دائرہ کو کنارہ کی طرف سے دیکھتے
ہیں تو یہ ایک خطِ مستقیم ہی معلوم ہوتا ہے۔

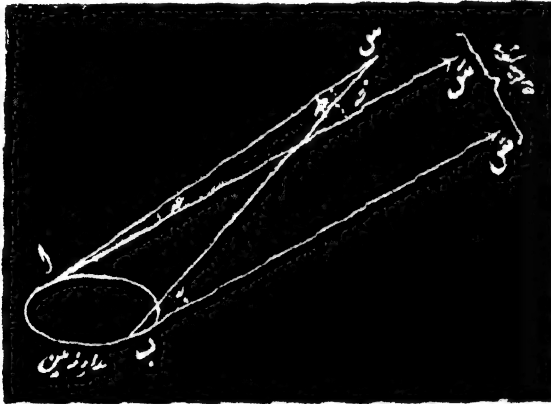
(۳) اگر ستارہ آسمان کے کسی دوسرے حصہ میں واقع ہو تو دورانِ سال میں اس کا ظاہری
راستہ ایک چھوٹا سا ناقص معلوم ہوگا کیونکہ جب دائرہ کو ترچھا دیکھا جائے تو ناقص کی
شکل کا نظر آتا ہے۔ کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعیین

بیسل کا طریقہ

۹۸۔ بیسل کے طریقہ کو بعض اوقات تفرقی طریقہ بھی کہتے ہیں۔ اس میں جس ستارہ کا اختلافِ
منظر دریافت کرنا مطلوب ہوتا ہے اس کے پاس ایک ہدایت مدہم ستارہ منتخب کرتے
ہیں۔ مدہم ستارہ کا انتخاب اس لئے کیا جاتا ہے کہ ستارہ زیرِ امتحان کی النسبت غالباً
بہت زیادہ فاصلہ پر ہوگا۔ اس لئے ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ اس کا اپنا اختلافِ منظر اتنا
چھوٹا ہے کہ دورانِ سال میں ان دو ستاروں کے زائیدی فاصلہ میں جو تبدیلیاں واقع

ہوتی ہیں وہ صرف نزدیک کے ستارہ کے اختلاف منظر کی وجہ سے ہوتی ہیں۔ علیٰ طویر ان تبدیلیوں کی پیمائش کرنے سے ہم سالانہ اختلاف منظر محسوب کر سکتے ہیں۔
نوٹ۔ - ہم ستارہ ستارہ زیر غور کے نہایت قریب اس لئے منتخب کیا جاتا ہے اگر انعطاف و مشابہت اور وغیرہ کی خطاؤں کا اردو نوں ستاروں پر مساوی ہو اور ان کے لئے جداگانہ تصحیح نہ کرنی پڑے۔ - چوتھہ استعمال کیا جاتا ہے اس کی توضیح ذیل میں درج کی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ مدار زمین پر Δ اور Δ دو متقاطع نقطے ہیں۔ Δ اور Δ پر ستارہ Δ کی چھبستیں ہیں وہ Δ میں Δ اور Δ میں ہیں اور مدہم ستارہ کی سمتیں Δ میں Δ اور Δ میں ہیں جن کو اس ستارہ Δ کے نہایت دور دراز فاصلہ پر واقع ہونے کی وجہ سے ایک دوسرے کے متوازی فرض کر لیا گیا ہے۔ Δ اور Δ میں ایک ہی سطح میں ہیں فرض کئے گئے ہیں۔



شکل ۱۰

مشاہدہ کنندہ
اوپر خردہ پیمائش
سے زاویہ عم کو
جو مدہم ستارہ میں
اور ستارہ میں کے
درمیان بننا ہے ناچ
لیتا ہے چھبستیں
جب مشاہدہ کنندہ
ب پر ہوتا ہے تو وہ

زاویہ ب کو ناچ لیتا ہے۔ لیکن (اقلیدس م اش ۳۲) سے

$$\angle م > \angle م + \angle م > \angle م$$

لیکن $\angle م > \angle م$ بہ متوازی خطوں کی رو سے

$$\angle م > \angle م + \angle م > \angle م$$

$$\angle م > \angle م - \angle م > \angle م$$

اب $\angle م$ اور $\angle م$ معلوم ہیں اس لئے $\angle م$ معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن $\angle م$ وہ زاویہ ہے

جو ستارہ پر مدار زمین کے قطر کے محاذی ہوتا ہے اور بناءً علیہ سالانہ اختلافِ منظر کا دو چند ہے۔ اس لئے سالانہ اختلافِ منظر فوراً معلوم ہو سکتا ہے۔

نوٹ - مناسب ہو گا کہ طالب علم مصرعہ بالا طریقت کا اُس طریقہ کے ساتھ مقابلہ کرے جس سے کہ زمین کی سطح پر کے دو دور دور کے مقاموں کے محاذی جائزہ لینے والا زاویہ معلوم کیا گیا تھا اور اس سے جاننا کہ یومیہ یا زمین مرکزی اختلافِ منظر دریافت کیا گیا تھا۔

غایت درجہ کی صحت کو ملحوظ رکھتے ہوئے یہ لازماً کہنا پڑے گا کہ خطِ اُسی اور ب اسی ایک دوسرے سے کچھ نہ کچھ میلان ضرور رکھتے ہیں، اس لئے بیسل کے طریقہ میں نقص ہے کہ اس سے دراصل نزدیک کے ستارہ کا اختلافِ منظر معلوم نہیں ہوتا بلکہ دو ستاروں کے اختلافِ منظر کا فرق معلوم ہوتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اس طریقہ سے جو اختلافِ منظر دریافت ہو وہ ہمیشہ اصلی اختلافِ منظر سے کم ہوتا ہے اور کبھی اس سے زیادہ نہیں ہوتا۔ اس لئے اس کی بنا پر ستارہ کا جو فاصلہ محسوب ہوتا ہے وہ ہمیشہ اصلی فاصلہ سے زیادہ ہوتا ہے۔

بیسل نے پہلے پہل اس طریقہ سے ۶۱ دجا جیہ کا اختلافِ منظر اور بناءً علیہ اس کا فاصلہ ۳۷۰ سالہ میں معلوم کیا اور اسکے ایک سال بعد قنطورس کے اختلافِ منظر اور فاصلہ محسوب کیا گیا۔

دو منتخب کردہ ستاروں کے زاویہ فاصلوں میں جو تبدیلیاں ہوتی ہیں ان کو ناپنے کے لئے خردہ چیا کے استعمال کے بجائے آج کل عکسی تصویروں کا طریقہ نہایت کامیابی سے استعمال کیا جا رہا ہے۔

مطلق طریقہ

۹۹- اس طریقہ میں سال کے مختلف اوقات پر ستارہ کا صعود و ستقیم اور میل ناپ لیتے ہیں جبکہ یہ نصف النہار پر ہو اور جس قدر صحت کے ساتھ ممکن ہو استقبال اور کب و غیرہ کے لئے مکمل طور پر تصحیح کر لینے کے بعد مختلف نتائج کا ایک دوسرے کے ساتھ مقابلہ کرتے ہیں۔ اگر ہر قسم کی تصحیح کر لینے کے بعد کچھ فرق برآمد ہو تو اس سے ستارہ مذکور کا سالانہ اختلافِ منظر محسوب کر لینے کے لئے کافی مواد مل جاتا ہے۔

مثالیں

۱- بتاؤ کہ ستارہ کہاں واقع ہو کہ اختلافِ منظر کی وجہ سے اس کے مقام میں (۱)

کوئی ہٹاؤ معلوم نہ ہو (۲) بڑے سے بڑا ہٹاؤ ہو۔

جواب (۱) سورج اور زمین کی سیدھ میں

(ب) سورج سے ۹۰° کے زاویہ پر فاصلہ یہ

۲۔ اگر وجہیہ ۶۱ کا اختلاف منظر ۵۰ ہو تو جو ستارہ ہمارے نظام شمسی کی نسبت سے دس گنے فاصلے پر ہو اس کا اختلاف منظر معلوم کرو۔

جواب ۵۰ و ۵۱

۳۔ قطورس ع کا اختلاف منظر ۵۰۰ ہے اس کے فاصلہ کا وجاہیہ ۶۱ کے فاصلہ سے مقابلہ کرو جس کا اختلاف منظر ۵۰۰ ہے

جواب: قنطورس ۷۱ کا فاصلہ : دجاجہ ۶۱ کا فاصلہ = ۲ : ۳

مشتري کے سالانہ اختلاف منظر کی تعیین

۱۰۰۔ جب مشتری مقابلہ میں ہو تو اس کا فاصلہ سورج کے فاصلہ کے چار گنا ہے

بھی زیادہ ہوتا ہے۔ اس لئے اس کا یومیہ اختلاف منظر بہت چھوٹا ہوتا ہے پس

اس (اختلافِ نظر) کو ایسی صحت کے ساتھ مشاہدہ نہیں کر سکتے جیسے کہ مریخ کے

اختلافِ منزل کو (دفعہ ۹۱) مشاہدہ کر سکتے ہیں۔ مشتری کا اختلافِ منزل اس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔

فرض کرو کہ اس امر اور دم بالمرتب سورج زمین اور مشتری کو تعبیر کرتے ہیں جبکہ

مشتري ترجیح میں ہو (یعنی جب زاویہ θ سے نرم قائمہ ہو)۔

بہز فرض کرو کہ جب مشتری کمر تو بیع میں ہو تو سورج زمین اور مشتری کے مَقَات

الترتیب سے، نہ اودھم ہو یعنی زمین اس آفتاب میں نہ رُش میں سے حرکت کر گئی ہے

اور مشتری مہم میں ہے۔

ان مشاہدات

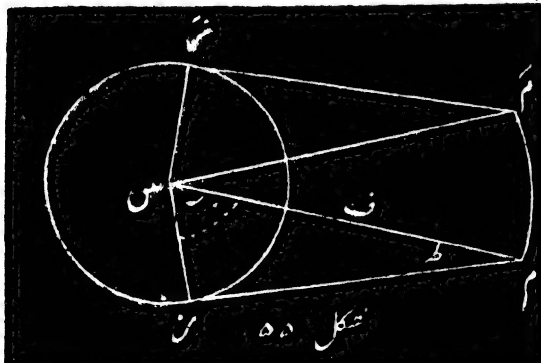
کے ماہر جتنے دن کا

وقفہ گزرتا

سے معلوم ہوتا ہے

اس لیے رسم زاویہ

از بس مری حور زین



اس عرصہ میں بناتی ہے معلوم کر سکتے ہیں، اسی طرح سے ہم زاویہ م س م بھی محسوب کر سکتے ہیں۔ اس طرح سے زاویہ عم جو زاویوں م س م اور م س م کے فرق کا نصف ہے محسوب ہو سکتا ہے (کیونکہ مثلث م س م اور م س م دونوں ہر طرح سے مساوی ہیں)۔ لیکن زاویہ عم زاویہ طہ کا متمم ہے۔ پس طہ معلوم ہو جاتا ہے اور یہ زاویہ وہ ہے جو زمین کے مدار کے نصف قطر کے محاذی مشتري پر بنتا ہے۔

نیز جب طہ = $\frac{1}{2}$ ق \therefore ف = جب طہ جس سے مشتري کا فاصلہ حاصل ہو جاتا ہے۔

یہ طریقہ مشتري کے مدار سے باہر کے سیارہ کے لئے بھی کارآمد ہو سکتا ہے۔ بہ آسانی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اگر مشتري کا دور وضعی ف ہو اور اس کی شرتی ترجیح اور غربی ترجیح کا درمیانی وقفہ ق ہو تو سالانہ اختلاف منظر

$$90 - \left(1 - \frac{Q}{2}\right)$$

کیونکہ $\frac{360 \times Q}{2} = >$ جو زمین ق دنوں میں مشتري سے آگے بڑھ جاتی ہے

$$\therefore \text{ (مثال ۵۵) } = \frac{360 \times Q}{2}$$

$$\therefore \text{ عم } = \frac{180 \times Q}{2}$$

$$\therefore \text{ سالانہ اختلاف منظر طہ } = 90 - \frac{180 \times Q}{2}$$

$$90 - \left(1 - \frac{Q}{2}\right)$$

مثال

مشتري کی شرتی اور غربی ترجیح کا درمیانی وقفہ ۵۷ دن کا ہے اور دو مقابلوں کا ۴۰۰ دن کا۔ اس کا سالانہ اختلاف منظر معلوم کرو۔

۱۵ ۱۱

جواب

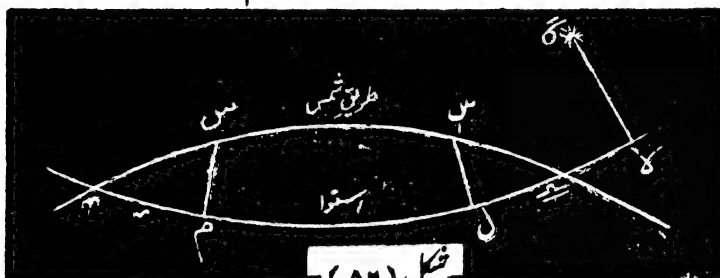
آٹھواں باب

راس الحکل کے معلوم کرنے کا طریقہ۔ استقبال، کبوا و ضلالت
 ۱۰۱۔ چونکہ راس الحکل صفر کا نقطہ ہے جہاں سے کہ تمام اجرام سماوی کے صعود و مستقیم
 ناپے جاتے ہیں اس لئے اس نقطہ کا مقام ثابت سیاروں کے لحاظ سے غایت
 درجہ صحت کے ساتھ معلوم کرنا نہایت ضروری ہے۔ جب ایک دفعہ اس نقطہ کا
 صحیح مقام معلوم کر لیا جائے اور یہ نقطہ نصف النہار کو عین عبور کرتے وقت پڑتی گئی
 کہ صفر پر کر دیا جائے تو جو وقت کوئی اور ستارہ نصف النہار کو عبور کرتا ہے اسوقت
 کو درجوں میں تحویل کرنے سے (ایک گھنٹہ کے لیے ۱۵) ستارہ مذکور کا صعود و مستقیم
 معلوم ہو جاتا ہے۔

یہ بھی ظاہر ہے کہ اگر ہم کسی اور طریقہ سے کسی ستارہ کا صعود و مستقیم معلوم کر لیں تو
 راس الحکل کا مقام فوراً متعین ہو جاتا ہے اور اس سے بغیر کسی وقت کے دوسرے
 ستاروں کے صعود و مستقیم معلوم ہو جاتے ہیں۔ اس غرض کیلئے ذیل کا طریقہ استعمال
 کیا جاتا ہے جس کو پہلے پہل فلیم سیڈلز نے استعمال کیا تھا اس نے جو ستارہ منتخب کیا وہ عقاب کا عمدہ ستارہ تھا۔
 کسی ستارہ کا صعود و مستقیم معلوم کرنے کے لئے فلیم سیڈلز کا طریقہ
 فرض کرو کہ جس ستارہ کا صعود و مستقیم معلوم کرنا مقصود ہے وہ کا ہے (دیکھو شکل ۵۶)۔
 اس لئے ہمیں لا ۴۴ معلوم کرنا چاہیے (جہاں لا ۴۴ میں سے گزرنے والے میلی دائرہ
 کا پائیں ہے)

اعتدال برص کے فوراً بعد کسی دن دوپہر کے وقت سورج کا میل ۴۴ ناپ لیا جاتا ہے
 یہ عمل اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ ناپنے سے کیا جاسکتا ہے (دیکھو دفعہ ۳۴)۔
 نیز اس کے مرور در ستارہ کے مرور کا درمیانی وقفہ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ یہ وقفہ لا کو
 جو ان کے صعود و مستقیم کا فرق ہے ظاہر کرتا ہے، اسکو ہم عم سے تعمیر کریں گے۔
 اب ہم یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ اعتدال خریف کے کچھ دیر پہلے کس وقت سورج کا میل
 مندرجہ بالا میل کے مساوی ہوگا۔ یہ عمل ۲۳ ستمبر سے کچھ قبل متواتر دنوں میں دوپہر کے

وقت اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ معلوم کرنے سے کیا جاسکتا ہے۔ لیکن یہاں ہمیں کچھ حساب سے کام لینا پڑے گا کیونکہ بہت غیر اغلب ہے کہ ان دنوں میں سے کسی دن بھی ٹھیک دوپہر کے وقت سورج کا نیل وہی ہو اس لیے ہمیں ان دو متصل نیلوں کو دیکھنا چاہیے جن میں سے ایک مندرجہ بالا نیل یعنی م س سے بڑا ہے اور دوسرا چھوٹا۔ اب اگر ہم یہ فرض کر لیں کہ وقت کے قلیل حصوں کے لئے سورج کے صعود و مستقیم اور نیل کی تبدیلیاں ایک دوسرے کے متناسب ہوتی ہیں تو ہم معمولی تناسب کی مدد سے ٹھیک وہ وقت محاسب کر سکتے ہیں جب کہ اس کا نیل م ل م س کے مساوی ہو۔



لیکن ع اور ب دونوں معلوم ہیں اس لئے لا معلوم ہو جاتا ہے۔
اوپر کا ضابطہ احتمالِ خطا سے بترانہ نہیں کیونکہ استقبالی حرکت کی وجہ سے دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارہ مذکور کے صعودِ مستقیم میں خفیف سا اضافہ ہو جاتا ہے۔
لیکن اس کی تصحیح حسب ذیل طریقہ سے ہو سکتی ہے:-

فرض کرو کہ دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارہ مذکور کے صعودِ مستقیم میں خفیف اضافہ وضع واقع ہوتا ہے، اس صورت میں ہماری مساواتیں ہو جاتی ہیں:-
لا - مہ = عہ

$$\text{اور لا} + \text{ضہ} - ۹۸۰ + \text{مہ} = \text{بہ}$$

$$\therefore \text{لا} = ۹۸۰ + \text{عہ} + \text{بہ} - \text{ضہ}$$

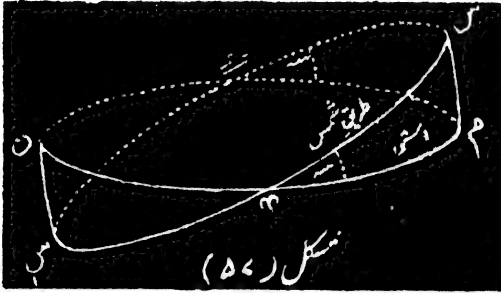
بغیر تصحیح کئے ہوئے لا کی قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اعتدالِ ربیع کے قریب پہلے مشاہدہ کے وقت ستارہ کے صعودِ مستقیم کی قیمت نہیں ہوتی بلکہ دونوں مشاہدات کے وقت کے صعودِ مستقیموں کی اوسط قیمت ہوتی ہے یعنی اس سے ۲۱ جون کے قریب کے صعودِ مستقیم کی قیمت تعبیر ہوتی ہے۔

فلیم سینٹ کے طریقہ میں یہ خوبی ہے کہ اس میں سورج کے میل کو صحیح طور پر جاننا ضروری نہیں ہوتا، صرف اس قدر مشاہدہ کرنا کافی ہے کہ دونوں میل مساوی کب ہوتے ہیں، پس اگر اوزاروں کی خطا کی وجہ سے مقامِ مشاہدہ کے عرض بلد میں کسی طرح کا اشتباہ ہو تو اس دونوں مشاہدات پر مساوی اثر پڑے گا جس سے خطائے مذکور کا پورے طور پر ازالہ ہو جائیگا۔ نیز چونکہ دونوں مشاہدات کے وقت سورج کا اسی فاصلہ وہی ہوتا ہے۔ اس لئے اس پر انعطاف اور اختلافِ منظر کا اثر بھی مساوی ہوگا۔ لہذا ان خطاؤں کا بھی کچھ اثر پیدا نہ ہوگا۔

خطِ استوا اور طریقی شمس کا میلان معلوم کرنا

۱۰۲ - یہ زاویہ انقلاب گرام اور انقلابِ سمرما کے وقت سورج کے نصف النہاری راسی فاصلوں کو مشاہدہ کرنے سے ناپا جاسکتا ہے، فرض کرو کہ یہ فاصلے ر اور ر' ہیں، نیز فرض کرو کہ مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد ہے، اب اگر ایک انقلاب کے وقت سورج کا مقام میں ہو تو اس کا میل میں م استوا اور طریقی شمس کے میلان سے کے

مساوی ہوگا (شکل ۵۷) کیونکہ دو متقاطع کیر دائروں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش



اس قوس سے ہوتی ہے جس کو متقاطع دائرے ایک اور ایسے دائرے سے قطع کریں جو اول الذکر دونوں دائروں پر عمود ہو۔

لیکن عرض بلد = اسی فاصلہ ± میل (دیکھو دفعہ ۳۴) (نوٹ) — یہ مساوات بعینہ وہی ہے جو دفعہ ۳۴ کی مساوات ہے یعنی عرض السام \pm میل = عرض

$$\begin{aligned} \therefore L &= R + S \quad \text{انقلاب گرام کے لئے} \\ \text{اور } L &= R - S \quad \text{انقلاب سرما کے لئے} \\ \text{تفریق کرنے سے } S &= \frac{R - L}{2} \\ \text{پس } S &\text{ معلوم ہو گیا۔} \end{aligned}$$

اوپر کے مشاہدات میں یہ بالکل غیر اغلب ہے کہ جب سورج نصف النہار پر ہو تو یہ ٹھیک انقلابی نقطہ پر ہو لیکن اس وقفہ کے لئے اس کے میل کی تبدیلی محسوب ہو سکتی ہے۔

اعتدالین کا استقبال

۱۰۳۔ ایک طویل عرصہ تک ستاروں کے صعود و مستقیم اور مبیلوں کو متواتر مشاہدہ کرتے رہنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس محل آسمان میں کوئی ثابت نقطہ نہیں ہے بلکہ طریق میں سورج کی سلاخ حرکت کی مخالف سمت میں نہایت آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے۔ سورج کی ملاقات کے لئے اس محل کے اس طرح پیچھے کی طرف حرکت کرنے سے جس میں اس المیزان بھی شریک ہے، ہر سال اعتدالین اپنے مقررہ وقت سے پہلے گویا سورج کے استقبال کو بڑھ جاتے ہیں اس لئے اس حرکت کو اعتدالوں کی استقبالی حرکت کہتے ہیں۔ استقبالی حرکت کی شرح ۲۴.۵° فی سال ہے یعنی ۲ سال میں تقریباً ۵۰° ہے۔

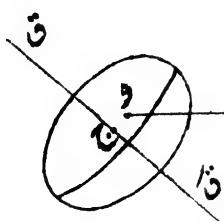
اس حساب سے اس محل کو آسمان کی کامل ایک گردش کرنے کے لئے قریب ۲۶ ہزار سال کا عرصہ درکار ہوتا ہے کیونکہ

$$۲۶۰۰۰ = \frac{۶۰ \times ۶۰ \times ۶۰}{۲۶} \text{ سال تقریباً}$$

استقبال کی وجہ سے ہر ثابث ستارہ کا طول بلد فی سال ۲۴ و ۵۰ کی شرح سے بڑھتا رہتا ہے۔ نیز ستاروں کے صعود و یقیم اور میل بھی آہستہ آہستہ بدلتے رہتے ہیں لیکن ان کے عرض بلد ہمیشہ ثابت رہتے ہیں، سو خالذ کردیل کی بنا پر ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ طریق شمسی آسمان پر تقریباً ثابت ہے لیکن خط استوا طریقی شمسی پر آہستہ آہستہ حرکت کرتا رہے، جس سے ان کے نقاط تقاطع ۱۶۴ اور ۱۶۵ مندرکہ بالا طریق پر حرکت کرتے ہیں۔ طریقی شمسی پر خط استوا کی اس حرکت سے قطب مساوی کے مقام میں بھی حسیہ خفیف سا تغیر ہوتا رہتا ہے جو طریقی شمسی کے قطب کے گرد تقریباً ۲۳ و ۲۸ کے فاصلہ پر ایک دائرہ مرتسم کرتا ہے اس دائرہ پر قطب مساوی کی حرکت کی کمیل ۲۶ ہزار سال میں ہوتی ہے اس سے ظاہر ہے کہ چند ہزار سالوں کے بعد جو ستارہ اب ہمارا قطبی ستارہ ہے وہ قطب مساوی سے کافی بڑے فاصلے پر ہوگا۔ شلیاق کا چکر اس ستارہ کے تقریباً ۱۰۰۰۰ سال کے بعد اس نقطہ سے جس کے گرد اس وقت آسمان گھومتا ہوا معلوم ہوگا تقریباً ۵۰ کے فاصلہ پر ہوگا اور ہمارے حالیہ قطبی ستارہ کی طرح اس وقت آسمان پر تقریباً ساکن معلوم ہوگا۔

استقبال کے طبعی اسباب

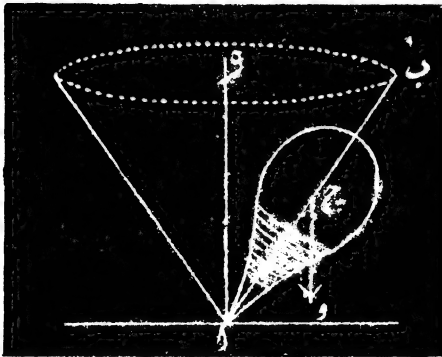
۱۰۴۔ اعتدالین کے استقبال کا باعث تقریباً کرویہ سوچ اور چاند دونوں کی کشش ہے



شکل (۵۸)

جو زمین کے خط استوا پر کے آکھڑے ہوئے حصوں پر واقع ہوتی ہے۔ اگر زمین کی سطح پورے طور پر گول ہوتی تو سورج اور چاند دونوں کی کششیں مرکز میں سے

گرنے والی ایک واحد قوت سے تعبیر ہو سکتی ہے اور بنا بریں نہ تو زمین کے محور اور نہ خط استوا کی سطح مستوی پر ان کششوں کا مغل اثر محسوس ہوتا۔ لیکن ہم جانتے ہیں کہ سطح کی شکل گروہا ہے گویا اس کے استوائی حصوں کے گروادہ کی ایک زائد تہ یا بیڑی لگی ہوئی ہے۔ ساتھ کی شکل میں فرض کرو کہ اس سورج سے اور قریبی زمین کی گردش کا محور ہے۔ اس زمین کے انجم سے ہونے والی کششوں پر سورج کی جو کشش ہے وہ دور کے حصوں کی نسبت نزدیک کے حصوں پر زیادہ ہوتی ہے، اس لئے حاصل قوت ایک واحد قوت و ب سے تعبیر ہو سکتی ہے جو مرکز ثقل ج سے اوپر کسی نقطہ پر عمل کرتی ہے، اس کا اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے گردش کے محور میں خلل واقع ہوتا ہے۔ لیکن ہے کہ پہلے پہل ہیں یہ خیال پیدا ہو کہ اس سے خط استوا کی سطح مستوی میں اس طرح تبدیلی واقع ہونی چاہیے کہ یہ بالآخر طریق شمس پر منطبق ہو اور بنا د علیہ زمین کا محور طریق شمس کی سطح مستوی پر عمود وار ہو جائے۔ یقیناً یہی ہوتا اگر زمین اپنے محور کے گرد نہایت سرعت سے نہ گھومتی ہوتی۔ ان دونوں گردشوں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے محور کی وضع میں تبدیلی واقع ہوتی ہے لیکن اس طرح کہ طریق شمس کی سطح مستوی کے ساتھ اس کے زاویہ میلان میں تغیر واقع نہیں ہوتا۔ واقعہ یہ ہے کہ زمین کا محور اس طرح سے جھومتا ہے کہ اس کے مقابل آسمان پر جو نقطہ ہوتا ہے، یعنی قطب سماوی، وہ طریق شمس کے قطب کے گرد ایک دائرہ بنا رہا ہے جیسا کہ ہم پیشتر بیان کر چکے ہیں۔



شکل (۵۹)

محور زمین کی اس حرکت کو ایک گھومتے ہوئے لٹو کے محور گردش کے جھومنے سے بخوبی تشبیہ دیا جاسکتی ہے۔ لٹو کا وزن جو اتنا باریک کی طرح عمل کرتا ہے، گردش کے محور اب کو سمت انتصابی اور سے ہٹا کر دور بچانا چاہتا ہے لیکن اگر لٹو

کافی تیزی کے ساتھ گھوم رہا ہو تو لٹو زمین پر نہیں کرتا ہے بلکہ جیسا کہ ہم سب جانتے ہیں اس کا محور گردش ہمیشہ زمین کے ساتھ ایک مستقل زاویہ بناتا ہے اور سمت انحصاری قوا کے گرد ایک مخروط طرسم کرتا ہے بعینہ اسی طرح زمین کی صورت میں قطب مساوی جو اس کے محور محدودہ کا مرکز ہے طریق شمس کے قطب کے گرد گھومتا ہے۔ چاند کی کشش کا اثر سورج کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے، اس کی نسبت ۳:۱ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ چاند سورج کی نسبت زمین کے زیادہ قریب ہے۔ دونوں صورتوں میں یہ اثر بڑے سے بڑا اس وقت ہوتا ہے جبکہ کشش کرنے والا جرم غما لا یا جنوباً اپنے بڑے سے بڑے میل پر پہنچ جائے اور یہ اثر صفر ہوتا ہے جبکہ جرم مذکور استوائی مساوی پر ہو۔

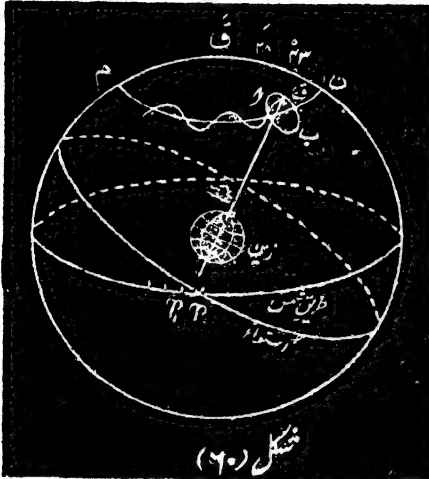
سورج اور چاند سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے اس کو بعض اوقات قمری شمسی استقبال کہتے ہیں۔ یہ استقبال سال بھر میں ۳۵، ۵۰ کے مساوی ہوتا ہے۔ اس سے ایک چھوٹی مقدار جس کو سیاری استقبال کہتے ہیں تفریق کی جاتی ہے کیونکہ دیگر سیاروں کی کشش سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے وہ مخالف سمت میں ۱۱، ۵۰ فی سال کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح سے عام سالانہ استقبال ۲۴، ۵۰ سال کے مساوی ہوتا ہے سیاری استقبال زمین کے مدار میں ہٹاؤ پیدا کرنے کی کشش کرتا ہے اور خط استوا کے ساتھ طریق شمس کا جو میدان ہے اس میں ہر سال نصف سکنڈ کی کمی پیدا کر دیتا ہے لیکن یہ کمی کبھی بھی ایک معین حد (یعنی اوسط قیمت سے $\frac{1}{4}$ اودھر یا اودھر سے تجاوز نہیں کرتی۔

اس وقت اعتدال ربیع کا نقطہ جبکہ اب تک رأس الحمل سے موسوم کرتے ہیں برج حمل میں نہیں ہے لیکن استقبال کی وجہ سے تقریباً ۳۰ ہٹ کر متصل کے برج حوت میں چلا گیا ہے اسی طرح اعتدال خریف کا نقطہ (رأس المیزان) بھی اب برج میزان میں نہیں ہے بلکہ ہٹ کر سنبلہ میں پہنچ گیا ہے۔

۱۰۹ کبو

۱۰۵۔ اب تک ہم نے استقبال کو صرف اس طرح بیان کیا ہے گویا قطب مساوی طریق شمس کے قطب کے گرد یکساں رفتار سے ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے اور یقیناً ایسا ہی

ہوتا اگر سورج اور چاند کی کششوں سے جو غل اُڑ پیدا ہوتا ہے وہ یکساں رہتا۔ و حقیقت اس اثر میں یکسانیت نہ ہونے کی وجہ سے قطبِ سماوی آسمان پر ایک موج کی شکل میں حرکت کرتا ہے (شکل ۶۰)۔



قطبِ سماوی کبھی طریقِ شمس کے قطب کی جانب اور کبھی اس کے مخالف جانب اس طرح جواہر اُڑا حرکت کرتا ہے اس کو کبو کہتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ استقبال بعض اوقات اس کی اوسط قیمت سے زیادہ اور بعض اوقات کم ہوتا ہے اس کے ساتھ ہی طریقِ شمس کے ساتھ استوائ

سماوی کا جو میلان ہے اُس میں دوری اضافہ اور کمی ہوتی رہتی ہے۔ جب قطبِ سماوی ق طریقِ شمس کے قطب کے نزدیک آتا ہے تو میلانِ بالابڑھ جاتا ہے اور جب یہ قطب سے دور ہو جاتا ہے تو میلان گھٹ جاتا ہے۔

کبو تقریباً کالیہ چاند کے تغیر پذیر عمل سے واقع ہوتا ہے جو اُس کے عقدوں (یعنی اس کے مدار اور طریقِ شمس کے نقاطِ تقاطع) کی وضع پر موقوف ہے۔ واضح ہو کہ چاند کے عقدے ۲۷ ۱۸ سال میں آسمان کا ایک دورِ مکمل کر لیتے ہیں۔ قطبِ سماوی کی یہ موج کی شکل کی حرکت تریسیمی طور پر حسبِ ذیل طریقہ سے تعبیر ہو سکتی ہے۔

قطبِ سماوی کے اوسط مقام کو مرکزِ ارب کر ایک چھوٹا ناقص ارب (دیکھو شکل ۶۱) کمینو جس کا محورِ اکبر ارب = ۱۸۵۵ طریقِ شمس کے قطب کی سیدھ میں ہو اور محورِ صغیر ۱۳۵۰ دائرہ قمر کی سیدھ میں ہو۔ تب اگر ہم اوسط قطب کو جو ناقص کا مرکز ہے تو س م ن پر حرکت کرتا ہوا خیال کریں تو اصلی قطب ق اس کے گرد ناقص کے محیط پر حرکت کرے گا اور ایک گردش کی تکمیل ۲۷ ۱۸ سال میں کر لینگا۔

کہو کہ پہلے پہل بویلڈ نے دریافت کیا تھا۔ اس نے دیکھا کہ ضلالت نور وغیرہ کے لئے مناسب بھیج کر لینے کے بعد استواء اور طریقی شمس کے لحاظ سے ثابت ستاروں کے مقاموں میں جو ظاہری ہٹاؤ واقع ہوتے ہیں ان کی توجیہ یکساں استقبال کی بنا پر نہیں ہو سکتی۔

نور کی رفتار

۱۰۶۔ رومر پہلا شخص تھا جس نے ۱۶۷۵ء میں پہلے پہل مشتری کے توابع کے خسوفوں کو مشاہدہ کر کے سے یہ دریافت کیا کہ نور کی اشاعت فی انور نہیں ہوتی بلکہ اس کے لئے بھی وقت درکار ہے بہت سے گزشتہ مشاہدات کی بنا پر پیشتر ہی سے معلوم کر لیا گیا تھا کہ ان خسوفوں کے اوقات کیا ہونے چاہئیں۔ یہ اوقات درحقیقت مشتری اور زمین کے اوسط فاصلہ کے لحاظ سے محسوب کر لئے گئے تھے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ جب مشتری مقابلہ میں ہوتا ہے یا بالفاظ دیگر زمین سے قلیل ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو خسوف محسوب وقت سے قریباً ۸ منٹ پیشتر واقع ہوتے ہیں اور برعکس جب یہ اقتران اعلیٰ میں یعنی زمین سے بعید ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو مشاہدہ کردہ وقت خسوف محسوب وقت سے تقریباً ۸ منٹ بعد ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوا کہ یہ تقریباً ۱۶ منٹ کا یا زیادہ صحت کے ساتھ ۱۴ منٹ ۴۳ سکنڈ کا فرق وہ وقت ہے جو نور کی شعاع کو مدار ارض کے قطب سے گزرنے کے لئے صرف ہوتا ہے۔ چونکہ یہ فاصلہ تقریباً ۱۸۵۰۰ میل ہے اس لئے ہمیں نور کی رفتار تقریباً ۸۶۰۰۰ میل فی سکنڈ حاصل ہوتی ہے۔ نیز چونکہ زمین اپنے محور پر تقریباً $\frac{1}{4}$ ۱۸ میل فی سکنڈ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لئے ظاہر ہے کہ نور کی رفتار زمین کی رفتار سے تقریباً ۸۶۰۰۰ گنا زیادہ ہے۔

جو کچھ اوپر بیان ہوا اس سے ظاہر ہے کہ نور کو سورج سے زمین تک پہنچنے میں تقریباً ۸ منٹ ۱۸ سکنڈ لگتے ہیں اس وقت کو بعض اوقات نور کی مسادات کہتے ہیں۔ بعد ازیں پہلے فیثو نے اور پھر کوپرنے براہ راست نور کی رفتار کی پائش کی۔

۱۷۰۵ء ضلالت

ضلالت نور سے اجرام فلکی کی ظاہری سمتوں کا وہ اختلاف مراد ہے جو زمین اور

نور کی رفتاروں کے امتزاج سے واقع ہوتا ہے۔ اگرچہ زمین کی رفتار نور کی رفتار سے مقابلہ بہت کم ہے لیکن باریں مہم نور کی شعاعوں کی سمتوں میں قابل لحاظ انحراف پیدا کرنے کے لئے کافی ہوتی ہے۔ اس لئے ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کا مشاہدہ کرنے کے لئے ہمیں دور بین کو جس سمت میں لگانا پڑتا ہے وہ وہی نہیں ہوتی جس میں کہ زمین کے ساکن ہونے کی صورت میں دور بین کو لگانا پڑتا۔

ہم ضلالت کے اثر کی حسب ذیل طریقہ سے توضیح کر سکتے ہیں:-

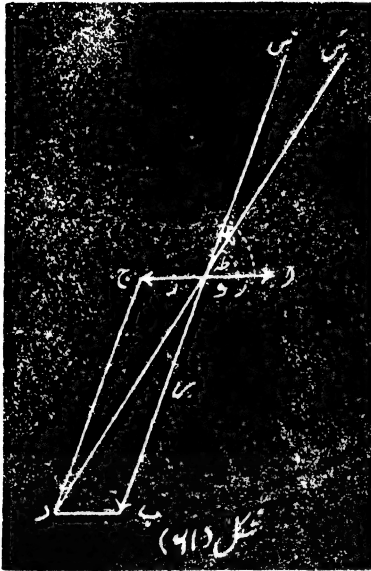
اگر کوئی شخص بارش میں کھڑا ہو اور بارش کی بوندیں انتصافاً پڑ رہی ہوں تو ظاہر ہے کہ بارش سے بچنے کے لئے اسے اپنی چھتری کو سر کے اوپر سیدھا انتصافاً رکھنا پڑیگا۔ لیکن اگر وہ چلتے یا بھاگنے لگے تو اسے معلوم ہوگا کہ بوجھار اس کے منہ پر پڑتی ہے اس لئے اسے اپنی چھتری کو اپنے سر پر سامنے کی طرف آڑ رکھنا چاہیئے۔ نیز جوں جوں وہ اپنی رفتار تیز کرتا جائیگا اسے معلوم ہوگا کہ بوجھار کی سمت میں اتنا ہی زیادہ جھکاؤ ہوتا جتنا ہے اس جھکاؤ کو ہم مینہ کی ضلالت کہہ سکتے ہیں۔

کسی ستارہ پر ضلالت کا اثر

۱۰۸۔ فرض کرو کہ (شکل ۶۱) زمین کے مقام کو تعبیر کرتا ہے۔ وہ زمین کے مدار کا ماس وا کھینچو جس کا طول وا زمین کی رفتار کو تعبیر کرے، نیز فرض کرو کہ کسی ستارہ کی سمت وں ہے اس کو بسمبک اتنا بڑھاؤ کہ وہ نور کی رفتار سے کو تعبیر کرے۔ اب زمین کے حالت سکون کی صورت میں ستارہ کی سمت معلوم کرنے کے لئے ہمیں ایک ایسی رفتار کو جو زمین کی رفتار کے مساوی اور مخالف ہو زمین کی اور نیز روشنی کی رفتاروں کے ساتھ ترکیب دینا چاہیئے ایسا کرنے سے اضافی حرکت میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہوگی، لیکن نقطہ و حالت سکون میں آجائے گا اور نور دور فراریں وج اور وب عائد ہو جائیں گی جن کا حاصل و د گئے مساوی ہوگا۔ اسلئے ستارہ مذکور و د کی مدوہ سمت وں میں دکھائی دیگا۔ زاویہ وں وں یعنی زاویہ عہ کو جس سے مقدار انحراف کی پائش ہوتی ہے ستارہ کی ضلالت کہتے ہیں۔

تقریفات

(۱) ستارہ کی اصلی اور ظاہری سمتوں کے درمیان جو زاویہ عہ بنتا ہے اس کو ستارہ مذکور کی



خطاالت کہتے ہیں۔

۲۔ ستارہ کی اصلی سمت اور زمین کی سمت میں جو زاویہ بنتا ہے اُس کو گذر زمین کہتے ہیں مثلاً \angle س د یا \angle ن د گذر زمین ہے۔

اوپر کی بحث سے یہ ظاہر ہے کہ خطاالت کے اثر کے تحت کسی ستارہ کی سمت زمین کی حرکت کی طرف قدرے ہٹی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔ چونکہ زمین کی حرکت کی سمت مدار پر ماس ہونے کی وجہ سے سورج کی سمت کے ساتھ ہمیشہ زاویہ قائمہ

بناتی ہے اس لئے ظاہر ہے کہ کسی آن میں زمین طریق شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہے جو سورج کے پیچھے (یعنی اُس کی ظاہری حرکت کی سمت کے مخالف) ۹۰ پر واقع ہوا اور اس لئے آسمان پر ہر ایک ستارہ کا ہٹاؤ بوجہ خطاالت کر کے سماوی کے اُس دائرہ کبیر پر واقع ہوتا ہے جو ستارہ مذکور کے مقام اور نیز اُس نقطہ میں سے گزرے۔ چونکہ طریق شمس پر سورج کی ظاہری حرکت مغرب سے مشرق کی طرف واقع ہوتی ہے اور جملہ اجرام فلکی کے طول بلد اس محل سے اسی سمت میں ناپے جاتے ہیں اس لئے طریق شمس پر سورج سے ۹۰ پیچھے کا نقطہ دراصل وہ نقطہ ہے جس کا طول بلد سورج کے طول بلد سے بقدر ۹۰ کے کم ہو۔ مثلاً اگر سورج کا طول بلد ۱۲۰ ہو تو تمام ستارے طریق شمس کے اُس نقطہ کی طرف بوجہ خطاالت منصرف معلوم ہونگے جس کا طول بلد ۳۰ ہے۔

خطاالت کی تبدیلی گزر زمین کی جیب کے متناسب ہے۔

۱۰۹۔ مثلث وج د میں

$$\text{جب ج د د} = \frac{\text{وج}}{\text{ج د}} = \frac{\text{ر}}{\text{س}} = \text{م}$$

$$\therefore \text{جب } \frac{ع}{م} = \text{جب } \frac{ع}{م}$$

$$\therefore \text{جب } ع = م \text{ جب } م$$

لیکن چونکہ عہ بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لئے جب ع = م (قوسی پیمانہ میں) نیز بہ کو گزر زمین کے یعنی زاویہ تر کے مساوی فرض کیا جاسکتا ہے کیونکہ ان دونوں میں بہت کم فرق ہے۔

$$\therefore \text{عہ} = \text{ضلالت} = م \text{ جب } م$$

م کو ضلالت کی قدر کہتے ہیں جب قوسی پیمانہ میں پائش ہوتی ہے تو م سے مراد وہیت ہے جو زمین کی رفتار کو فوری رفتار کے ساتھ ہو۔
اگر ضلالت کو سکندل میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{ع}{م} = \frac{ع}{م} \text{ جب } م$$

$$= \frac{۱}{۱۰۰۰۰} \text{ جب } م \text{ (دفعہ ۱۰۶)}$$

$$\therefore \text{عہ} = ۲۰.۵۶ \text{ جب } م \text{ تقریباً}$$

اس لئے ضلالت کی قدر سکندلوں میں تقریباً ۲۰.۵۶ کے مساوی ہے۔ اسکی زیادہ صحیح قیمت ۲۰.۵۹ ہے۔ ظاہر ہے کہ ضلالت کی قیمت بڑی سے بڑی اُس وقت ہوگی جبکہ گزر زمین = ۹۰

$$\therefore \text{بڑی سے بڑی ضلالت} = ۲۰.۵۹ \text{ جب } ۹۰ = ۲۰.۵۹$$

مثال

طریقی شمس پر کے ایک ستارہ کا طول بلد ۵۰ ہے یہ فرض کر کے ضلالت کی قدر ۲۰.۵۹ ہے معلوم کرو کہ جب سورج کا طول بلد ۱۳۵ ہوگا تو بوجہ ضلالت ستارہ کے مقام میں کیا تبدیلی واقع ہوگی۔

یہاں ستارہ کا زاویہ فاصلہ سورج سے = ۱۳۵ - ۵۰ = ۸۵ \therefore گزر زمین = ۳۰ کیونکہ زمین کی حرکت کی سمت سورج کی سمت پر عمود ہوتی ہے۔

$$\therefore \text{عہ} = م \text{ جب } م = ۲۰.۵۹ \text{ جب } ۳۰ = ۱۰.۵۲۴۵$$

۱۱۔ ضلالت کی وجہ سے ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد سال بھر میں ایک چھوٹا سا قطع ناقص بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ یہ امر تقریباً اسی طرح ثابت کیا جاسکتا ہے جس طرح سالانہ اختلاف منظر کی صورت میں ثابت کیا جاتا ہے کیونکہ ہم حسب سابق یہ فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور اس کی رفتار دوران سال میں یکساں رہتی ہے۔ اس لئے ہم ان سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد (بطور مرکز کے) مدار ارض کے متوازی ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے۔ جب اس خیالی دائرہ کا قطر کرہ سادی کی سطح پر مائل واقع ہوتا ہے تو یہ دائرہ قطع ناقص ہو جاتا ہے جس کا نیم محور اعظم طوقس کے متوازی اور ۴۰.۴ (بڑی سے بڑی ضلالت) کے مساوی ہوتا ہے اور نیم محور اصغر ۴۰.۴ جب ۴۰.۴ کے مساوی ہوتا ہے جہاں ۴۰.۴ ستارہ کا عرض بلد ہے کل بحث کا خلاصہ یہ ہے کہ

(۱) ہر ایک ستارہ طریق شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف ضلالت کرتا (یعنی منصرف ہوتا) ہے جو سورج کے پیچھے اُس سے ۹۰ پر ہو۔

(۲) ضلالت ایسے بدلتی ہے جیسے گز زمین کی جیب۔

(۳) اگر کوئی ستارہ طریق شمس کے قطب پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرض بلد ۹۰ کے مساوی ہو) تو وہ دوران سال میں اپنے اصلی مقام کے گرد ایک ایسے دائرہ میں گھومتا ہوا معلوم ہوگا جس کا زاویہ نصف قطر ۴۰.۴ ہے۔

(۴) اگر کوئی ستارہ طریق شمس پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرض بلد صفر ہو) تو وہ دوران سال میں طریق شمس پر ایک قوس میں سے اپنے اصلی محل کے ہر دو جانب بقعد ۴۰.۴ ایتر از کرتا ہوا معلوم ہوگا یعنی اُس کا کل سالانہ ہٹاؤ ۴۰.۴ ہوگا۔

(۵) عام طور پر اگر کسی ستارہ کا عرض بلد ۴۰.۴ ہو تو وہ دوران سال میں اپنے اصلی مقام (بطور مرکز) کے گرد ایک چھوٹا قطع ناقص بناتا ہوا معلوم ہوگا جس کا نیم محور اعظم ۴۰.۴ طریق شمس کے متوازی ہوگا اور نیم محور اصغر ۴۰.۴ جب ۴۰.۴ ہوگا۔

طالب علم ثنائی سے دیکھ سکتا ہے کہ مذکورہ بالا نتائج سالانہ اختلاف منظر کے نتائج سے بہت مختلف ہیں اگرچہ ان میں بعض باتیں مشابہ بھی ہیں۔ کسی ستارہ کا سالانہ اختلاف منظر ہم سے اس کے فاصلہ پر موقوف ہے لیکن ضلالت کی قدر سب ستاروں کے لئے بلا لحاظ

اُن کے فاصلوں کے یکساں ہے۔ نیز اُن ستاروں کی صورت میں جو آسمان کے اُسی حصہ میں ہوں جس میں سورج ہے یا اس کے عین مقابل کے نقطہ پر ہوں سالانہ اختلاف منظر صفر ہوتا ہے لیکن اس صورت میں ضلالت کی مقدار بڑی سے بڑی ہوتی ہے۔ نیز اختلاف منظر کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ سورج کی جانب واقع ہوتا ہے اور ضلالت کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ طریقِ شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف واقع ہوتا ہے جو سورج سے ۹۰° پیچھے ہو۔

۱۱۱۔ ستاروں کی ضلالت ستاروں کی ضلالت سے قدرے اختلاف رکھتی ہے۔ اول الذکر دو اسباب پر مبنی ہے (۱) دو ضلالت جو زمین کی رفتار پر مبنی ہے اور (۲) جو سیارہ کی اپنی رفتار پر مبنی ہے۔ اگر سیارہ کی حرکت زمین کی حرکت کے مساوی ہو اور اسی سمت میں عمل میں آئے تو ضلالت صفر ہوگی۔ عام طور پر ان دونوں اسباب کے باعث ضلالت کی کیا مقدار ہونی چاہیے آسانی کے ساتھ علمِ نجوم علیحدہ علیحدہ حساب کر لیا جاسکتا ہے چونکہ چاند کی رفتار زمین کے گرد بمقابلہ روشنی کی رفتار کے بہت کم ہے اس لئے ہم چاند کی ضلالت کو جو اس رفتار پر مبنی ہو صفر خیال کر سکتے ہیں نہ زمین کی مداری حرکت سے ہی کچھ ضلالت واقع ہو سکتی ہے کیونکہ چاند بھی اس حرکت میں شریک ہے۔ اس لئے ہم چاند کی ضلالت کو تقریباً صفر تصور کر سکتے ہیں۔

ضلالت کا اکتشاف۔ ضلالت کا اکتشاف پہلے پہل بریدے نے کیا تھا جبکہ وہ ڈاکوٹنس (متین) کے سالانہ اختلاف منظر کی تحقیقات میں مصروف تھا اُس نے دیکھا کہ اس ستارہ کے عرض بلد میں خفیف سالانہ تغیرات ہوتے ہیں جن کی توجیہ معلوم اسباب کے ذریعہ نہیں ہو سکتی تو بالآخر اُس نے متذکرہ بالا طریقہ اختیار کیا۔

۱۱۲۔ یومیہ ضلالت۔ زمین کی محوری حرکت کی وجہ سے خطِ استوا پر کا ہر ایک نقطہ ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ میں ۲۵۰۰ میل کا چکر لگاتا ہے۔ اس کی شرح ۱/۲ میل فی سیکنڈ ہے یعنی مدارِ ارض پر زمین کی رفتار کا ۱/۲ واں حصہ ہے۔ ظاہر ہے کہ اگر سطحِ زمین پر کا کوئی اور نقطہ لیا جائے جو خطِ استوا پر نہ ہو تو اس کی رفتار استوا پر کے نقطہ کی رفتار سے کم ہوگی۔ اس حرکت کی بنا پر جو ضلالت واقع ہوتی ہے اسکو یومیہ ضلالت کہتے ہیں مگر ہم

محوری حرکت کی متذکرہ بالا رفتار کا مقابلہ روشنی کی رفتار کے ساتھ کرنے سے آسانی دیکھ سکتے ہیں کہ یہ ضلالت تقریباً ناقابلِ لحاظ ہو گئی ہے۔

نواں باب

چاند

۱۱۳ - سورج کے بعد چاند ایک ایسا جرم ہے جو سب اجرام فلکی میں ہمارے لئے زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ مشرق سے مغرب کی طرف اس کی ظاہری پرمیہ گردش کے علاوہ جو اسکو زمین کی محوری گردش کی وجہ سے مثل دیگر اجرام فلک کے حاصل ہے یہ سورج کے مانند ثابت ستاروں کے اندر سمت متقابل میں ایک اور حرکت بھی رکھتا ہے جس کا پورا دور یہ ۲۷ دن ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ میں مکمل کر لیتا ہے جس طرح سورج طریق شمس کا پورا چکر ایک سال میں لگا لیتا ہے اسی طرح چاند ثابت ستاروں کے اندر سورج سے ۱۳ گنا جلدی حرکت کرتا ہے۔ اس کی یہ حرکت اتنی تیز ہے کہ دو مہینے گھنٹے کے قلیل عرصہ میں چکر اتر ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام کا تغیر بخوبی معلوم ہو سکتا ہے۔

کرہ سماوی پر طریقِ اقمر یعنی چاند کے راستہ کا نقشہ دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ ایک دائرہ کبیر ہے جو طریقِ شمس کو ۵° ۹' پر قطع کرتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ سیاروں کی طرح یہ بھی ہمیشہ طریقِ شمس کے قریب ہی کہیں نہ کہیں پایا جاتا ہے اور اس کا شمالی یا جنوبی عرض بلد کبھی ۵° ۹' سے تجاوز نہیں کرتا۔

چاند جو بظاہر ثابت ستاروں کے اندر حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے اسکی اصل وجہ یہ ہے کہ وہ اپنے مدار پر زمین کے گرد حرکت کرتا ہے اور اصل چاند زمین کا تابع ہے لیکن ہمیں یہ خیال نہیں کرنا چاہیے کہ چونکہ کرہ سماوی پر اس کے مدار کا ظل دائرہ کبیر ہے اس لئے یہ مدار بھی دائرہ ہے۔ ایسا نہیں ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ سورج سے مانند چاند کا فاصلہ بھی زمین سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا۔ نتیجہ اس بات پر ہوتا ہے کہ اگر خردہ پیا سے مختلف اوقات پر اس کے زاویہ قطر

کی پائش کی جانب سے معلوم ہو گا کہ اس میں دوری تبدیلیاں واقع ہوتی رہتی ہیں جس کا ظاہر ہوتا ہے کہ زمین سے اس کا فاصلہ بھی بدلتا رہتا ہے اور یہ فاصلہ پڑے سے بڑا اس وقت ہوتا ہے جبکہ ہماری قطر کم سے کم ہو اور پیکس ان میں چھوٹے سے چھوٹا اس وقت ہوتا ہے جبکہ قطر بڑے سے بڑا ہو۔ اس کا پڑے سے بڑا زاویہ قطر $۲۹^{\circ} ۳۲'$ ہوتا ہے اور چھوٹے سے چھوٹا $۲۹^{\circ} ۱۱'$ ان کا اوسط $۲۹^{\circ} ۲۱.۵'$ ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ۔ زاویہ قطر کی ان تبدیلیوں سے ہم اس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ (۱) زمین کے گرد چاند کا مدار تقریباً ناقص کی شکل کا ہے جس کے ایک واسطہ پر زمین کا مرکز واقع ہے۔ نیز (۲) زمین اور چاند کے مرکروں کو ملانے والا نیم قطر سمتی مساوی وقتوں میں مساوی رہنے لگتا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ثابت ستاروں کے اندر چاند کی رفتار بھی یکساں نہیں ہوتی چاہیے اور دراصل یہ بھی یہی ہے اس کی رفتار ۳۳۰۰ فی گھنٹہ (بڑی سے بڑی) سے لے کر ۲۸۰۰ فی گھنٹہ (چھوٹی سے چھوٹی) تک بدلتی ہے اور اس کی اوسط رفتار فی گھنٹہ ۳۰۴۰ ہے اس لئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ چاند ثابت ستاروں کے اندر ایک گھنٹہ میں اپنے قطر کے تقریباً مساوی فاصلے طے کرتا ہے۔

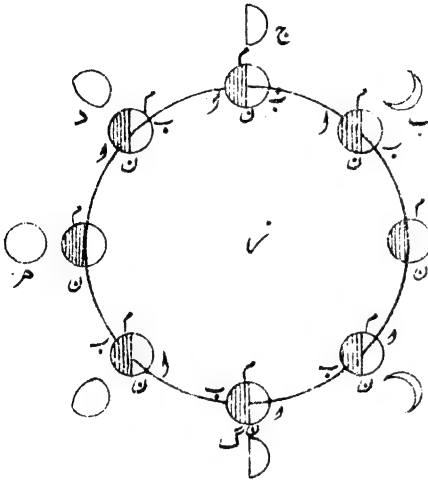
زمین سے چاند کا اوسط فاصلہ ۲۴۸۰۰۰ میل یعنی زمین کے نصف قطر کا تقریباً ۱۰ گنا ہے، چونکہ یہ فاصلہ سورج کے نصف قطر سے جو زمین کے نصف قطر سے ۱۱۰ گنا ہے (دیکھو دفعہ ۱۴) بہت کم ہے اس لئے اگر سورج کو اس طرح تصور کیا جائے کہ اس کا مرکز زمین کے مرکز پر منطبق ہو تو سورج کی کثیت چاند سے بھی بہت آگے تک پھیلی ہوئی رہے گی۔ اس امر پر غور کرنے سے اس جرم (سورج) کی کثیت اور جسامت کا ایک گونا گونا اندازہ ہو سکتا ہے جو ہمارے نظام کا مرکز ہے۔

چاند کی ہیئتیں

۱۱۳۔ آسمان پر سب سے زیادہ دلکش منظر شاید وہ تبدیلیاں ہیں جو چاند کی منور سطح کے مرئی حصہ میں واقع ہوتی رہتی ہیں جبکہ یہ زمین کے گرد اپنے مدار پر حرکت کرتا ہے۔ اسکی ان ظاہری شکلوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ ان سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ چاند ایک غیر شعاع جرم ہے جو سورج سے کسب نور کرتا ہے۔ چونکہ وقت واحد میں چاند کی سطح کا صرف وہ نصف حصہ ہی منور ہو سکتا ہے جو آفتاب کے سامنے ہوتا ہے اس لئے

اس منور سطح کا جو حصہ کوئی شخص مشاہدہ کر سکتا ہے اس میں سورج، زمین اور چاند کی اضافی وضعوں کے لحاظ سے مسلسل تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔

فرض کر دو کہ (شکل ۶۲ میں) سورج چاند کا مدار ہے۔ زمین ہے اور اس سورج کی سمت ہے۔ اس شکل



میں چاند کے جو اٹھ محل دکھائے گئے

ہیں ان سب میں

خط من چوتھ

شمسی پرتوں کے

سورج حصہ کو غریب

حصہ سے جدا کرتا

ہے اور چونکہ سورج

اس قدر دور دراز

فاصلہ پر ہے اس

لئے من سب

ایک دوسرے کے

شکل (۶۲)

متوازی کھینچے گئے ہیں۔ خط اب چاند کو ان دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے جن میں سے ایک کا رخ مشاہدہ کنندہ کے سامنے کو ہے اور دوسرا دھجیل ہے۔

جب چاند اقتران میں ہو جیسا کہ ۱ پر تو اس وقت اس کا جو حصہ زمین کے

سامنے ہوتا ہے وہ تاریک ہوتا ہے۔ اس محل میں چاند مشاہدہ کنندہ کو بالکل دکھائی نہیں

دیتا۔ اس حالت میں اسکو محاق یا اماوس کہتے ہیں۔

اس کے چار یا پانچ دن بعد جبکہ چاند بڑھنے لگتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اس کی منور

سطح کا نہایت قلیل حصہ دکھائی دیتا ہے جو سورج کے غروب ہونے کے بعد آسمان پر

باریک ہلال کی شکل میں نظر آتا ہے۔

جب چاند چار یعنی سورج سے ۹۰ کے فاصلہ پر ہو تو اس وقت یہ محل تربیع

میں ہوگا اور آسمان پر منور نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیگا اس کیفیت کو چاند کی پہلی تریج کہتے ہیں، اور خود چاند کی نسبت کہا جاتا ہے کہ اس کی "تنصیف" ہو گئی۔
مقام ۵ پر چاند مقبب یا محذب ہوتا ہے اور جب یہ مقابلہ میں ہوتا ہے جیسے صریح
جہاں کہ یہ اقتران کے تقریباً ۱۵ دن بعد پہنچتا ہے تو اس کی کل منور سطح کا رخ ہماری طرف
ہوتا ہے اور یہ آسمان پر ایک مکمل مستدیر قرص کی شکل میں دکھائی دیتا ہے۔ اس ہیئت
میں اسکو بدربا پورا چاند کہتے ہیں۔

بدر کے بعد یہ سب ہیئتیں ترتیب مقلوب میں عود کرتی ہیں۔ حتیٰ کہ چاند گ پر پھر
محل تریج میں آ جاتا ہے۔ اس کو تیسری تریج کہتے ہیں۔ بالآخر یہ ۱۶ پہنچ کر پھر محل اقتران
میں آ جاتا ہے۔

اقتران یا مقابلہ کے محلوں پر کہا جاتا ہے کہ چاند سدھاؤ کی حالت میں ہے۔ ظاہر
ہے کہ جب چاند محل اقتران میں ہو تو سورج سے اس کا ابتعاد ۰ ہوتا ہے اور جب
یہ محل مقابلہ میں ہو تو ابتعاد ۹۰ ہوتا ہے۔ تریج کے وقت جبکہ یہ ربع اول میں ہو تو
اس کا ابتعاد ۹۰ ہوتا ہے اور تیسرے ربع کے وقت ۲۷۰۔

تقریفات

(۱) چاند کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے ایک دور کو پورا کرنے میں جو وقفہ لگتا ہے
اسکو اس کی دوری مدت یا کوکبی دور کہتے ہیں۔ یہ عرصہ ۲۹ دن ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ ہوتا ہے۔
(۲) دو مسلسل اقترانوں یا مقابلوں کا درمیانی وقفہ یا بالفاظ دیگر وہ مدت جو سورج
کے لحاظ سے ایک دور کی تکمیل میں صرف ہوتی ہے اسکو چاند کا دور اقترانی یا قمریہ
کہتے ہیں۔ یہ مدت ۲۹ دن ۱۲ گھنٹے ۴۴ منٹ ۵۸ س ۵۸۸ دن ہے۔

ظاہر ہے کہ اگر سورج طریقی خمس پر بظاہر حرکت نہ کرتا تو کوکبی اور اجتماعی دور
دونوں بعینہ وہی ہوتے یعنی دو متصل بدروں میں بجائے ۲۹ دن کے ۲۷ دن
۷ گھنٹے کا وقفہ ہوتا۔ لیکن دراصل جس عرصہ میں چاند زمین کے گرد اپنی گردش کی
تکمیل کر رہا ہوتا ہے (جو یہ ۲۷ دن ۷ گھنٹے میں کرتا ہے) تو سورج طریقی خمس پر اسی سمت
میں سرسری طور پر روزانہ کی شرح سے ۲۷ کی قوس میں سے آگے نکل جاتا ہے اور چاند کو
زمین اور سورج کے لحاظ سے وہی محل اختیار کرنے میں دو دن کی مزید مدت درکار ہوتی ہے۔

سابقہ شکل میں جہاں چاند کی بیٹیوں کی توضیح کی گئی ہے ہم نے سہولت تفہیم کی غرض سے سورج اور زمین کو ثابت اور چاند کی رفتار کو سورج کے لحاظ سے اضافی رفتار کے مساوی فرض کیا ہے جس کی رقم سے یہ پوری گردش کی تکمیل $\frac{1}{4}$ دن میں کرتا ہے۔

چاند کے اقترانی دور کی تقسیم

۱۱۵۔ ہم جانتے ہیں کہ جب چاند کو گہن لگتا ہے تو یہ لازمی طور پر محل مقابلہ میں ہوتا ہے۔ اس اگر ہم دو گہنوں کے وسطوں کی درمیانی مدت کو ٹھیک ٹھیک مشاہدہ کریں اور اسے اس عرصہ کے اقترانی دوروں کی تعداد پر تقسیم کریں تو ہمیں ایک اقترانی دور یا قمریہ کی مدت حاصل ہو جائے گی۔ قمریہ کی اوسط مدت نہایت صحت کے ساتھ زمانہ قدیم کے گہنوں کی تاریخوں سے جزی معلوم ہو سکتی ہے۔ گہنوں کے قدیم ترین مشاہدات چین کا صحیح اور قابل اعتبار ذکر موجود ہے شہر بابل میں ۷۲۰ اور ۷۱۹ سال قبل مسیح حاصل کئے گئے تھے۔ ان میں سے کسی ایک گہن سے لیکر موجودہ زمانہ کے کسی گہن تک قمریوں کی تعداد معلوم ہے اس لئے ہم ایک طویل عرصہ کے مشاہدوں کے لحاظ سے قمریہ کی اوسط مدت محسوب کر سکتے ہیں۔

چاند کے کوکبی دور کی تقسیم

۱۱۶۔ جب چاند کا اقترانی دور معلوم ہو گیا تو ہم اس کا کوکبی دور یا دوری وقت اسی طرح معلوم کر سکتے ہیں جس طرح کہ ستارہ کا کوکبی دور دریافت کیا جاتا ہے (دیکھو دفعہ ۷۷) شکل ۳۳ میں زمین ہے، اندرونی دائرہ چاند کا مدار ہے اور بیرونی دائرہ زمین کے گرد سورج کے ظاہری مدار کو تعمیر کرتا ہے اور ب محل اقتران میں بالترتیب چاند سورج کے مقام میں اور و اور ب اقتران کے ایک روز بعد ان کے مقام میں۔

فرض کر دو کہ

س = زمین کے گرد آفتاب کی ظاہری گردش کا دور = $\frac{1}{4}$ ۳۶۵ یوم

ک = چاند کا کوکبی دور یا دوری مدت

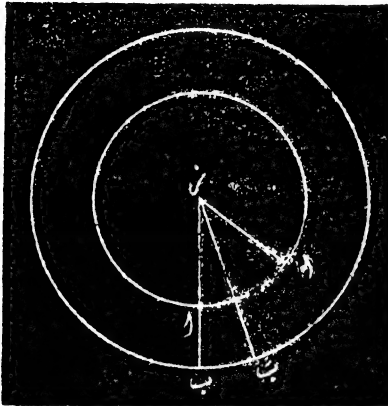
ت = دو متصل اقترانوں کا درمیانی وقفہ = $\frac{1}{4}$ ۲۹ یوم

نہ سنی = $\frac{1}{4}$ جو چاند ایک دن میں بناتا ہے = $\frac{1}{4}$ دن

$\frac{340}{س} = >$ جو سورج ایک دن میں بناتا ہے $= > ب$ نہ ب

$\frac{340}{س} - \frac{340}{س} = >$ جو چاند سورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے $= > ب$ نہ ب

لیکن $\frac{340}{س} = >$ جو چاند سورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے -



شکل (۶۳)

$$\frac{340}{س} - \frac{340}{س} = \frac{340}{ت}$$

$$\frac{1}{س} - \frac{1}{س} = \frac{1}{ت}$$

$$\frac{1}{س} - \frac{1}{س} = \frac{1}{ت}$$

یعنی کی $\frac{1}{س} - \frac{1}{س} = \frac{1}{ت}$

اسے حل کرنے سے کو کبھی دور کی قیمت

تقریباً ۲۷ دن ۷ گھنٹے برآمد ہوتی ہے۔

چاند کے کو کبھی دور کی زیادہ صحیح قیمت

۲۷ یوم ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ ۱۱ اسکنڈ

ہے اور اقترانی دور (قمری دور) کی - ۸۸ ۵۳۰ ۵۳۰ ۲۹۵ یوم ہے۔

میٹون کا دور

۱۱۷ - ۳۳ سال قبل از مسیح پہلے پہل میٹون نے یہ معلوم کیا کہ ۱۹ سال میں دنوں کی

جو تعداد ہوتی ہے وہ ایک قمری دور کا قریب قریب پورا ضعف ہوتی ہے، کیونکہ

$$۶۹۳۹۵۷۸۸ = ۲۳۵ \times ۲۹۵۳۰۵۸۸ \text{ اور } ۶۹۳۹۵۷۸۵ = ۱۹ \times ۳۶۵۵۲۵$$

پس ہر ۱۹ سال میں تقریباً پورے ۲۳۵ قمری دور ہوتے ہیں۔ اس لئے ہر ۱۹

سال کے بعد سورج اور چاند دونوں ثابت ستاروں کے لحاظ سے کمر اپنی سابقہ وضع

میں آ جاتے ہیں لہذا چاند کی تمام پہچانیں مہینہ کی انہیں تاریخوں پر پھر واقع ہوتی ہیں۔

جن پر کہ ۱۹ سال پہلے واقع ہوئی تھیں یہی صرف اس قدر ہوتا ہے کہ یہ پہچانیں تقریباً

ایک گھنٹہ قبل واقع ہوتی ہیں۔ اس دور میٹون کا دور کہتے ہیں میٹون کے دور

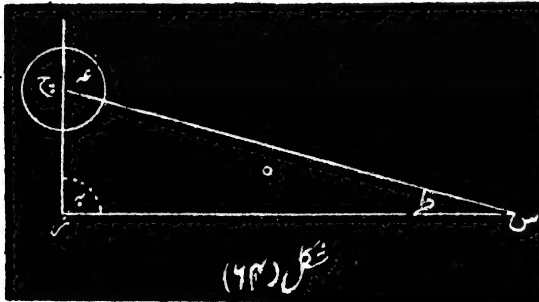
کا اکتشاف معتد بہ اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اس کی مدد سے ہمارے تاریخیں وغیرہ حساب

لگانے کے بغیر پیش از پیش بتائی جاسکتی ہیں۔ اس کا استعمال زیادہ تر یہ معلوم

کرنے کے لئے کیا جاتا ہے کالمیٹر کا جشن جو ہر سال ۲۱ مارچ کے بعد کے پہلے پورے چاند کے متعاقب اتوار کو منایا جاتا ہے کسی خاص سال میں کس تاریخ کو واقع ہوتا ہے اس وجہ سے اسے ۱۹ تک کے ۱۹ عددوں کو طلائے اعداد کہتے ہیں کسی خاص سال کے طلائے عدد سے مراد وہ فاضل عدد ہے جو سنہ کے عدد میں ایک اعشار کر کے اس کو ۱۹ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے مثلاً ۱۹۷۶ کے لئے طلائے عدد ۲ ہے کیونکہ ۱۹ کو ۹۹ پر تقسیم کرنے سے ۲ باقی بچتا ہے۔ اگر باقی کچھ بچے تو ۱۹ ہی کو طلائے عدد سمجھا جاتا ہے۔

چاند کی منور سطح کا مرنی رقبہ

۱۱۸۔ جس طرح سیاروں کے متعلق پیش ازیں (دیکھو صفحہ ۶۲) بتایا جا چکا ہے بعینہ اسی طرح چاند کے متعلق بھی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اس کی منور سطح کا مرنی رقبہ جو زمین کے سامنے ہوتا ہے وہ اس خارجی زاویہ کی سہم الجیب کے متناسب ہوتا ہے جو زمین اور سورج کے محاذی چاند پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر (شکل ۶۴) میں چ چاند ہو، م زمین ہو اور س سورج ہو تو چاند پر کا خارجی زاویہ ع ہے اس لئے مرنی رقبہ ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب ع، لیکن (اقلیدس م ۱، مق ۳۲) ع = ب + ط جہاں ب چاند کا زاویہ ابتعاد سے سورج سے۔ زاویہ ع تقریباً ب کے مساوی ہے پس کیونکہ چاند بمقابلہ سورج کے زمین سے بہت نزدیک ہونے کی وجہ سے زاویہ ط ہمیشہ بہت چھوٹا ہوتا ہے چنانچہ اس کی قیمت کبھی ۱۰ سے زائد نہیں ہوتی۔ پس مرنی رقبہ تقریباً ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب ب۔ ظاہر ہے کہ یہ تقریبی عمل سیاروں کی صورت میں درست نہیں کیونکہ سیارہ کا فاصلہ چاند کے فاصلہ کے مقابلہ میں اس قدر بڑا ہوتا ہے کہ ہم زاویہ ط کو نظر انداز نہیں کر سکتے۔



۱۱۹۔ زمین تاب ظاہر ہے کہ اگر زمین کو چاند پر سے دیکھا جاسکے تو زمین بھی اسی قسم کی ہشتیوں میں

سے گزرتی ہوئی معلوم ہوگی جن میں سے (زمین پر سے دیکھنے والوں کو) چاند گزرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ لیکن ان ٹہنتوں کی ترتیب الٹی ہوگی۔ اماوس کے وقت اگر زمین کو چاند پر سے مشاہدہ کیا جائے تو یہ پوری روشن (یعنی حالت بدر میں دکھائی دے گی۔ جب چاند ہمیں ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے اس وقت زمین مقبب نظر آئے گی اس کے برعکس چاند مقبب ہو تو زمین ہلال نظر آئے گی۔ اس امر سے اس منظر کی وجہ بخوبی سمجھ میں آجائیگی جسے ہر ایک شخص نے مشاہدہ کیا ہوگا یعنی یہ کہ جب چاند آسمان پر ایک باریک ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے تو اس کی سطح کا باقی حصہ مدہم روشنی سے چمکتا ہوا نظر آتا ہے یہ روشنی دراصل زمین سے چاند پر پڑتی ہے اور پھر وہاں سے منعکس ہو کر زمین تک پہنچتی ہے۔

چاند کی تنصیف سے سورج کے فاصلہ کی تعیین

۱۲۰۔ باب ہفتم میں ہم بہت سے مختلف طریقے بیان کر چکے ہیں جن سے کہ سورج کا فاصلہ محسوب کیا جاتا ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور طریقہ بھی ہے جس سے اگرچہ اس درجہ صحت کی توقع نہیں کی جاسکتی لیکن تاریخی نقطہ نگاہ سے یہ طریقہ خاص اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اسے ارسطو اخص نے پہلے پہل ششم قبل از مسیح میں سکندریہ میں استعمال کیا تھا، سورج کا فاصلہ معلوم کرنے کے لئے غالباً یہ پہلی کوشش تھی۔ جب چاند کی تنصیف ہو جائے تو سورج سے چاند کا زاویہ ابتعاوبہ مشاہدہ کر لیا جاتا ہے۔ یعنی $\text{جب } > \text{س } \text{چ } \text{من} = ۹۰^\circ$

$$\text{جم بہ} = \frac{\text{من چ}}{\text{من س}}$$

چونکہ یہ معلوم ہوتا ہے اس لئے چاند کے فاصلہ کی نسبت سورج کے فاصلہ کے ساتھ معلوم ہو جاتی ہے اور اس سے اگر چاند کا فاصلہ معلوم ہو تو سورج کا فاصلہ محسوب ہو سکتا ہے۔

اس طریقہ سے صحیح نتائج معلوم کرنا ممکن نہیں کیونکہ چاند کی سطح کی عدم ہمواری کی وجہ سے وہ خطافصل جو اس کے تاریک حصہ کو روشن حصہ سے جدا کرتا ہے وہ دوہرے میں سے دیکھنے سے بہت غیر مستقل معلوم ہوتا ہے اس لئے مشاہدہ کنندہ

ہنیں بتا سکتا کہ ٹھیک کس وقت چاند کی تصنیف ہوتی ہے۔ طریقہ مذکور استعمال کرنے سے اسطوار خس اس نتیجہ پر پہنچا کہ سورج چاند کی نسبت ۱۹ گنا دور ہے زمانہ حال کے مشاہدوں سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ سورج چاند کی نسبت ۴۰۰ گنا فاصلہ پر ہے۔

چاند محور کے گرد حرکت کرتا ہے

۱۲۱۔ چاند کے متعلق یہ ایک قابل ذکر بات ہے کہ یہ تقریباً ہمیشہ ایک ہی منہ مشاہدہ کنندہ کی طرف رکھتا ہے۔ پہاڑ اور دیگر نشانات جو اس کی سطح پر دکھائی دیتے ہیں وہ اس کے قریب کے محیط اور نیز اس کے مدار کی سطح مستوی کے لحاظ سے تقریباً ایک ہی دھن میں رہتے ہیں۔ اس امر واقع سے نتائج ذیل مستنبط ہوتے ہیں:-

(۱) چاند اپنے محور کے گرد حرکت کرتا ہے اور محور مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود وار رہتا ہے۔

(۲) محور کے گرد اس کی ایک گردش کی مدت مساوی ہے اس وقت کے جو اسے زمین کے گرد ایک دورہ لگانے میں صرف ہوتا ہے یعنی ۲۴ دن ۵ گھنٹے۔ ابتداء ممکن ہے کہ مبتدی کو یہ خیال پیدا ہو کہ چونکہ چاند کا ایک ہی رخ ہمیشہ زمین کے سامنے رہتا ہے اس لئے چاند اپنے محور کے گرد حرکت نہیں کرتا ذیل کی مثال سے واضح ہو گا کہ یہ خیال بالکل غلط ہے۔ طالب علم اپنے کمرے کے عین بیچ میں ایک لیمنپ یا کوئی اور چیز رکھے اور اس کے گرد ایک دائرہ میں اس طرح حرکت کرے کہ اس کا منہ ہمیشہ لیمنپ کی طرف رہے۔ فرض کرو کہ حرکت کرنے سے پہلے اس کا منہ شمال کی طرف ہے اب جیسے جیسے وہ حرکت کرتا جاتا ہے اس کا منہ سلسلہ وار جملہ جہات کی طرف ہوتا جاتا ہے چنانچہ جب وہ نصف دائرہ طے کر چکا ہے تو اس کا منہ بجائے شمال کے جنوب کی طرف ہو جاتا ہے اور نصف دائرہ اور طے کرنے کے بعد اس کا منہ پھر شمال کی سمت میں آ جاتا ہے بالفاظ دیگر اپنے منہ کو ہمیشہ لیمنپ کی طرف رکھنے کے لئے اسے ہر ایک چکر میں اپنے جسم کو ۶۰° میں گھمانا پڑتا ہے۔

زمین کے گرد چاند کی حرکت بھی بعینہ اسی طرح کی ہے۔

تماہیل قمر - عرض بلد کا تماہیل

۱۲۲۔ چاند کا محور اس کے مدار کی سطح مستوی پر پورے طور پر عمود وار نہیں ہے بلکہ

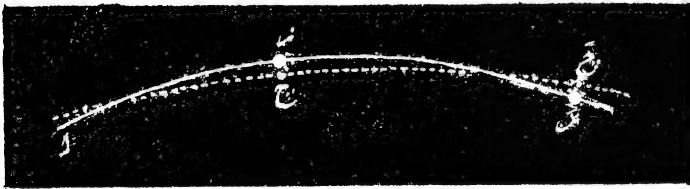
اس کے ساتھ $\frac{1}{2}$ ۸۳ کا یعنی عمود کے ساتھ $\frac{1}{2}$ ۹۰ زاویہ بناتا ہے۔ اس لئے جب چاند زمین کے گرد گھومتا ہے تو یکے بعد دیگرے اس کے قطب شمالی اور قطب جنوبی کا رُخ خفیف سا مشاہدہ کنندہ کی طرف یا اس کے مخالف سمت میں ہوتا رہتا ہے۔ اس کے مدار کے ایک حصہ پر ہم قطب شمالی کے $\frac{1}{2}$ ۹۰ پرے تک دیکھتے ہیں اور دوسرے وقت قطب جنوبی سے $\frac{1}{2}$ ۹۰ پرے تک دیکھتے ہیں اس منظر کو عرض بلد کا تماثل کہتے ہیں۔

طول بلد کا تماثل
ہم دیکھ چکے ہیں کہ چاند کی محوری حرکت کی رت زمین کے گرد اس کی حرکت کی مدت کے مساوی ہے لیکن زمین کے گرد اس کی حرکت یکساں نہیں رہتی اس لئے کہ اس کا مدار مشکل قطع ناقص ہونے کی وجہ سے زمین سے اس کا فاصلہ مستقل نہیں رہتا مگر اس کی محوری مدت یکساں رہتی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اگرچہ ہر دو قسم کی گردشوں کی تکمیل کی مدتیں مساوی ہیں لیکن با اس بہتہ ایک وقت میں تو ہم اسکی شرقی جانب کا کچھ زیادہ حصہ دیکھ سکتے ہیں اور دوسرے وقت میں اس کی غربی جانب کا کچھ زیادہ حصہ مشاہدہ کر سکتے ہیں اس کو طول بلد کا تماثل کہتے ہیں۔ اس کی بڑی سے بڑی مقدار ۵۴ ہے۔

یومیہ تماثل
علامہ انیس ایک اور قسم کا تماثل بھی ہے جسے یومیہ تماثل کہتے ہیں جو دراصل اختلاف منظر کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ چاند کے طلوع ہونے سے غروب ہونے تک زمین کی گردش کی وجہ سے مشاہدہ کنندہ اپنے مقام مشاہدہ کو بدل لیتا ہے اس لئے اس اثنا میں ہمیشہ چاند کا قریبی رُخ اس کے سامنے نہیں رہتا۔ جب چاند مشرق میں طلوع کرتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اس کے اُس حصہ کی نسبت جو چاند کے نصف النہار پر پہنچنے کے وقت اس کے سامنے ہوتا ہے قدرے زیادہ غربی حصہ دکھائی دیتا ہے اور جب یہ مغرب میں غروب ہوتا ہے تو اس کا قدرے زیادہ شرقی حصہ نظر آتا ہے۔ اس طرح مجموعی طور پر ہم چاند کے نصف کی بجائے اس کا تقریباً ۵۹ فیصدی حصہ دیکھ سکتے ہیں۔

چاند کا راستہ سورج کے گرد

۱۲۳۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کے گرد سورج چاند کا جو راستہ ہے اُس کی شکل قطع ناقص کی ہے لیکن چونکہ زمین کی مدار پر حرکت کے دوران میں یہ بھی زمین کے ساتھ ساتھ چلتا ہوا سورج کے گرد چکر لگاتا ہے اسلئے ہم دیکھتے ہیں کہ سورج کے گرد ہمارے چاند کا راستہ دراصل دو حرکتوں کا مرکب ہے جن میں سے ایک زمین کے گرد اِس کی باہرہ حرکت ہو اور دوسری سورج کے گرد اِس کی سالانہ حرکت ہے۔ اگر ہم اُس چھوٹے سے زاویہ کو نظر انداز کر دیں جو اِس کا مدار طریقی بنس کے ساتھ بنانا ہے اور دونوں کو ایک ہی سطح مستوی میں تصور کر لیں تو چاند کے راستہ کو ذیل کی شکل میں نقطہ دار خط سے تعبیر کیا جاسکتا ہے جو بالتبادل مدارِ ارض کے اندر اور باہر واقع ہوتا ہے اور سال بھر میں اسے تقریباً ۲۵ مرتبہ عبور کرتا ہے۔ شکل ہذا میں ج چاند کو اور مَن زمین کو اِکادس کے وقت تعبیر کرتے ہیں۔ اِسی طرح تقریباً ۱۵ دن کے وقفہ کے بعد پُورے چاند کے موقع پر ج اور مَن بالترتیب زمین اور چاند کے مقامات کو تعبیر کرتے ہیں۔ یہ امر قابل ذکر ہے کہ چاند کا راستہ سورج کے رُخ پر ہمیشہ مقعر رہتا ہے۔



شکل ۶۵

گرمائی نسبت سرمای میں چاند فی زیادہ دیر تک رہتی ہے۔ چونکہ پُورا چاند مقابلہ کے وقت ہی ہو سکتا ہے اس لئے اِس وقت اِس کا مقام آسمان پر سورج کے عین مقابل جانب ہوتا ہے۔ وسط گرمی میں جبکہ سورج کا میل شمالی ہوتا ہے تو پورے چاند کا میل اِس کے مساوی اور جنوبی ہوتا ہے اور اِس لئے یہ مقابلہ کم عرصہ فتن کے اُدھر رہتا ہے (دیکھو دفعہ ۲۰) برعکس اِس کے سرمای میں حالات اِس کے عین متضاد ہوتے ہیں یعنی سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے اور چاند کا شمالی، اِس لئے سرمای میں چاند مقابلہ زیادہ دیر تک اُفتق کے اُدھر رہتا ہے۔ یہ عین اُس وقت واقع ہوتا ہے جبکہ دن چھوٹے ہوتے ہیں اور ہمیں روشنی کی زیادہ ضرورت ہوتی ہے۔

چاند کا ابطاء

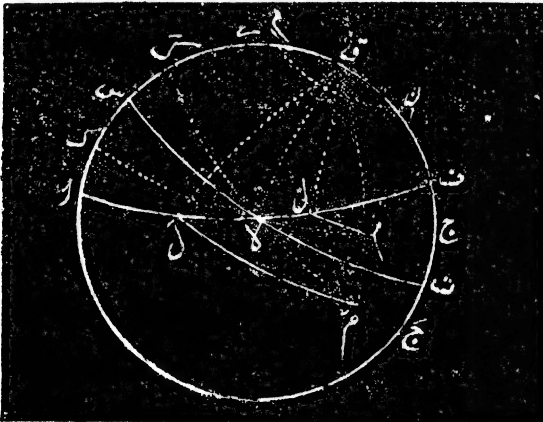
۱۲۴۔ چاند بلحاظ سورج کے مغرب سے مشرق کی طرف $\frac{1}{4}$ ۲۹ دنوں میں ۶۰ سہ میں سے حرکت کرتا ہے یعنی روزانہ بالادوسط $\frac{1}{4}$ ۱۲ حرکت کرتا ہے۔ اس لئے ہر مغرب کو اس کے طلوع میں بالادوسط ۵۰ منٹ کی تاخیر ہوتی جاتی ہے۔ مگر یاد رہے کہ دوران سال میں طلوع و قمر کا یہ ابطاء قطعاً یکساں نہیں رہتا۔ اس کی قیمت ۱ گھنٹہ ۱۶ منٹ سے لیکر ۱۷ منٹ تک بدلتی ہے۔ نوٹ۔ چونکہ ۱۵ ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں اس لئے $\frac{1}{4}$ ۵۰ ۱۲ منٹ کے مساوی ہوئے۔

فصلی چاند

۱۲۵۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ اعتدالِ خریف کے ترتیب ترین بدر کے بعد اس کے طلوع میں جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال بھر میں کسی اور بدر کے بعد کے طلوع کی تاخیر سے کم ہوتی ہے۔ اس لئے اعتدالِ خریف کے وقت جب پورا چاند حسب معمول غروب آفتاب کے وقت نمودار ہوتا ہے تو اس کے بعد بھی کئی راتوں تک غروب آفتاب کے کچھ ہی دیر بعد چاند طلوع ہوتا رہتا ہے۔ چونکہ اس موقع پر کسان اپنی فصلیں اکٹھی کرتے ہیں اس لئے چاند کا جلد جلد طلوع ہونا ان کے حق میں بہت مفید ہوتا ہے کیونکہ وہ اس کی مدد سے رات کا کچھ حصہ بھی کام میں صرف کر سکتے ہیں۔ ان وجوہ

کی بنا پر اس کو
فصلی چاند
کہتے ہیں۔

اس منظر کی
مزید توضیح کے لئے
ہم یہ فرض کر لیتے
ہیں کہ چاند کا
راستہ طریقی شمس
کے ساتھ کچھ
سیلان نہیں کرتا
بلکہ اسی پر منطبق ہے



شکل ۶۵

اور نیز طریقی شمس پر $\frac{1}{4}$ ۱۳ روزانہ کی یکساں رفتار سے حرکت کرتا ہے (۶۰، ۲۴ دن، گھنٹے میں)۔

یہ امر بھی قابل ذکر ہے کہ اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ گردش کی وجہ سے دو زاویہ جس پر
 طریقی شمس اُفق کو قطع کرتا ہے ہمیشہ بدلتا رہتا ہے اور اس کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی
 سے چھوٹی قیمتیں بالترتیب عرض انعام $+ ۲۳^{\circ}$ اور عرض انعام $- ۲۳^{\circ}$
 ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ طریقی شمس کا قطب جو اپنی یومیہ حرکت میں
 قطب سماوی کے گرد ۲۳° کے زاویہ نصف قطر کا ایک چھوٹا دائرہ ۱۱° ن
 بناتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۱۶۵) وہ مقام ۱۱° پر رہی نقطہ کے قریب ترین اُس وقت ہوتا ہے
 جبکہ ۱۱° = ساقی - قی ۱۱° = عرض انعام $- ۲۳^{\circ}$ اور مقام ۱۱° پر
 راشی نقطہ سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر اُس وقت ہوتا ہے جبکہ ۱۱° = عرض انعام
 $+ ۲۳^{\circ}$ پس طریقی شمس اور اُفق کا درمیانی زاویہ (جو ہمیشہ ان کے قطبوں کے
 زاویہ فاصلوں کے مساوی ہوتا ہے) بھی اپنی حدود کے اندر بدلیگا۔ اس کی کم سے کم
 قیمت اُس وقت ہوتی ہے جبکہ راشی محل ۹۰° نقطہ شرقی لا پر طلوع کرتا ہے اس وقت
 طریقی شمس کج اُفق اور استوا کے درمیان میں سے گزرتا ہے اور ان کی ترتیب
 یہ ہوتی ہے: - اُفق، طریقی شمس، استوا اور اس کی بڑی سے بڑی قیمت اُس وقت
 ہوتی ہے جبکہ ۹۰° لا پر آجاتا ہے، اس وقت طریقی شمس کی وضع کج
 سے تعبیر ہوتی ہے اور ان کی ترتیب یہ ہوتی ہے: اُفق، استوا، طریقی شمس اعتدال
 خریف کے قریب ترین جب پورا چاند ہوتا ہے تو اس وقت سورج میزان میں ہوتا
 ہے اور چاند خط استوا فلکی کو جنوبی سمت سے شمالی سمت میں عبور کر کے مقابلہ کی وجہ
 برج حمل میں آجاتا ہے۔ اس لئے جب طریقی شمس کج کا میلان اُفق کے ساتھ
 کم سے کم یعنی (عرض انعام $- ۲۳^{\circ}$) ہو تو چاند لا پر طلوع کرے گا لیکن ۲۳° گھنٹے
 ۵۶ منٹ کے وقفہ کے بعد جب کہ سماوی کی یومیہ گردش کی وجہ سے نقطہ لا
 اُسی مقام پر آجاتا ہے جہاں کہ شب گزشتہ میں تھا تو چاند تقریباً ۱۳° میں سے
 حرکت کرتا ہے۔ اس لئے اگر طریقی شمس پر لام کو چاند کی روزانہ رفتار کے مساوی
 قطع کیا جائے اور ۱۱° سے دائرہ صغیر کی ایک قوس ۱۱° استوا کے متوازی پیمانی
 جائے تو ظاہر ہے کہ چاند پورے ہفتے کے بعد کی رات کو لا پر طلوع کرے گا اور
 دائرہ صغیر کی قوس ۱۱° یا زاویہ ۱۱° قی ۱۱° اس کی تاخیر کی مقدار کو تعبیر کرے گا

یہ تاخیر ڈبلن کے عرض بلد کے لئے وقت کی رقوم میں صرف بمقدور $18\frac{1}{4}$ منٹ یا بلحاظ سورج کے (سورج کی اپنی ۴ منٹ کی روزانہ تاخیر کو ملحوظ رکھتے ہوئے) $18\frac{1}{4}$ منٹ ہوتی ہے۔ سرکاریہ منظر ہمیشہ وقوع میں آتا ہے جبکہ چاند برج حمل میں ہو بالفاظ دیگر ہر مہینہ میں وقوع میں آتا ہے لیکن چاند کا پورا ہونا اور ساتھ ہی برج حمل میں ہونا دونوں امور یکجا صرف فصل کے موقع پر ہی پیش آتے ہیں۔

اسی طرح سے ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ جب سورج مجریہ حمل میں ہو اور چاند برج میزان میں تو صورت حال اس کے عین برعکس ہوتی ہے اور اس وقت چاند کی روزانہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے کیونکہ جب چاند طلوع کر رہا ہو تو طریق شمسی محل کج ج میں ہوتا ہے اور افق کو بڑے سے بڑے ممکن زاویہ (عرض النام $44^{\circ} 34' 28''$) پر قطع کرتا ہے: پس اگر لاکھ کو چاند کی حرکت کی روزانہ شرح کے مساوی قطع کر لیا جائے اور محل کو استواء کے متوازی کھینچا جائے تو چاند بدر کے بعد کی رات کو ل پر طلوع کرے گا۔ اور تاخیر 14^h سے یا زاویہ 14° سے تعبیر ہوگی (جہاں قوس ق م مدودہ 14° سے گزرتی ہے) جب اس تاخیر کو وقت میں بیان کیا جائے تو یہ بلحاظ ثابت ستاروں کے اکٹھنہ ۱۰ منٹ کے مساوی ہوگی اور بلحاظ سورج کے اکٹھنہ ۶ منٹ کے مساوی ہوگی۔ اس لئے ہر مہینہ میں جب کبھی چاند میزان میں ہوتا ہے تو یہ تاخیر زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے اس لئے اعتدال ربیع کے قریب جب پورا چاند ہوتا ہے تو بھی یہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے۔ لیکن یہ تاخیر کرہ جنوبی کے مشاہدہ کرنے والوں کے لئے قلیل ترین ہوتی ہے اور ان کے لئے اس وقت کا پورا چاند فصلی چاند ہوتا ہے۔

دائرہ بارہ شمالی پر جب چاند برج حمل کے اندر ہوتا ہے تو اس کے مسلسل بعد کی راتوں میں اس کے طلوع میں تاخیر تو درکنار عجلت واقع ہوتی ہے کیونکہ جب اس محل طلوع کر رہا ہو تو طریق شمسی فی الواقع افق پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ ہو مشق ۵ صفحہ ۱۳۵) اور فاصلہ 14^h (شکل ۱۶۵) معدوم ہو جاتا ہے اور دو متواتر راتوں میں طلوع قمر کا درمیانی وقفہ 23 گھنٹے 54 منٹ ہوتا ہے۔ اگر اس وقفہ کو شمسی وقت کے لحاظ سے دیکھا جائے تو ظاہر ہے کہ چاند حمل میں گزرنے

کے بعد شب گزشتہ کی نسبت فی الواقع ۳ منٹ پہلے طلوع کرتا ہے۔
اکتوبر کے پورے چاند کے وقت بھی یہی منظر پیش آتا ہے مگر نسبتاً کم نمایاں صورت
میں، اس چاند کو ضیاء کا چاند کہتے ہیں۔

چاند کے عقدوں کی گردش

۱۲۶۔ چاند کے عقدے ثابت نقطے نہیں ہیں بلکہ طریق شمسی تقریباً ۱۹ فی سال کی
زقار سے رجعی حرکت کرتے ہیں گویا ۱۸ سال میں اپنی گردش کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ یہ
حرکت واپسیں اسی قسم کی ہے جیسے اعتدالیں ۶۶ اور ۳۳ کی حرکت ہے لیکن
موجز الذکر کی نسبت بہت تیز ہے کیونکہ اعتدالین کے استقبال کا دور تقریباً ۲۶۰۰۰
سال کا ہے اس سے ظاہر ہے کہ چاند کی حرکت بہت پیچدار ہے: اولاً یہ ایک دائرہ میں
کچھ اوپر نصف میل فی گھنٹہ کی زقار سے حرکت کرنا معلوم ہوتا ہے جو طریق شمسی کے
ساتھ ۸۰ کا زاویہ بناتا ہے اور ثانیاً خود اس دائرہ کی سطح مستوی طریق شمسی پر ۱۹
فی سال یا ۶ گھنٹہ فی گھنٹہ کی زقار سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔

۱۲۷۔ چاند کے عقدوں کی انقراضی گردش

ہم ابھی دیکھ چکے ہیں کہ چاند کے عقدوں کی گردش کا کوئی دور ۱۸ سال ہے۔
اب اس سے عقدوں کی گردش کا انقراضی دور یعنی سورج اور زمین کے لحاظ سے کسی
خاص مقام سے شروع ہو کر پھر اسی مقام میں عقدے کے آنے تک کی مدت اسی طریقہ سے محسوب
ہو سکتی ہے جو ستیادوں کی صورت میں اختیار کیا گیا تھا: کیونکہ

$$\begin{aligned} \frac{340}{345625} &= \text{قوس جو سورج ایک یوم میں طے کرتا ہے} \\ \frac{340}{345625 \times 18\frac{1}{2}} &= \text{قوس جو عقدہ ایک یوم میں طے کرنا ہے} \\ \therefore \frac{340}{\text{ت}} &= \frac{340}{345625 \times 18\frac{1}{2}} + \frac{340}{345625} \end{aligned}$$

(دیکھو دفعہ ۶۷)

جہاں ت انقراضی دور کو تعبیر کرتا ہے۔
مسادات بالآگوائیں جانب مثبت علامت اس لئے لی گئی ہے کہ عقدہ

کی حرکت پہنچنے کی طرف ہونے کی وجہ سے سورج اور عقدہ کی اصنافی فقاہان کی زاویہی رفتاروں کے مجموعہ کے مساوی ہے۔

اس مساوات کو حل کرنے سے ت کی قیمت ۶۲ ۴۶ ۳۴ یوم نکلتی ہے اور یہی انتہائی دور ہے۔

چاند کے مدار کا محور اعظم بھی ثابت نہیں ہے بلکہ مدار ارض کی طرح یہ بھی آہستہ آہستہ آنکھ کی طرف حرکت کر رہا ہے اور چاند کے مدار کا کامل چکر تقریباً ۹ سال میں ختم کر لیتا ہے۔ یہ مدت زمین کے لئے تقریباً ۱۰۸۰۰۰ سال ہے۔

چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنا

۱۲۸۔ گلیلیو کے زمانہ سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ چاند کی سطح پہاڑوں سے ڈھکی ہوئی ہے۔ ان پہاڑوں میں سے بعض کی نسبت یہ محسوب کیا گیا ہے کہ وہ گرد و فواح کے میدانوں سے چار یا پانچ میل کی بلندی تک پہنچتے ہیں۔ چاند کے چھوٹے قدر قامت کا لحاظ کرتے ہوئے اس کے پہاڑ زمین کے پہاڑوں سے مقابلہ زیادہ بلند ہیں۔ جب سورج کی شعاعیں ان پہاڑوں پر ترچھی پڑتی ہیں تو ان کے سامنے زمین پر کے سایوں کی طرح سورج کی مقابل سمت میں گرد و فواح کے میدانوں پر ڈور تک پڑتے ہیں۔ نیز جہاں میں کوئی پہاڑ بہت بلند ہوتا ہے تو اس کی چوٹی طلوع آفتاب کے وقت اس کی پہلی کرن سے اور عروب آفتاب کے وقت اس کی آخری کرن سے منور ہوتی ہے جب کہ اس کے گرد و فواح کے سب حصے مکمل تاریکی میں ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بعض اوقات چاند کے قمر کے تاریک حصہ پر روشنی کی چھوٹی چھوٹی بندگیاں دکھائی دیتی ہیں جو روشنی اور تاریکی کی حد فاصل سے قابل پیمائش فاصلہ پر واقع ہوتی ہیں۔

۱۲۹۔ پہلا طریقہ۔ میٹر اور میٹیر نے ۱۸۲۷ء میں چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنے کے لئے جو طریقہ اختیار کیا وہ حسب ذیل ہے۔ انھوں نے پہلے خردہ پیمائش کے ذریعے ایک پہاڑ کے سایہ کا طول ناپ لیا جس کا ایک رخ سورج کی کرنوں سے منور تھا۔ پھر اس زاویہی طول کا مقابلہ اس زاویہ کے ساتھ کیا جو چاند کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ اس سے سایہ کا طول میلوں میں معلوم ہو جاتا ہے کیونکہ ہمیں چاند کے قطر کا طول میلوں میں معلوم ہے اب سورج کی شعاعوں کا طول معلوم کر لینے سے پہاڑ کی بلندی بعینہ اسی طرح دریافت کر سکتے ہیں جیسے کہ

یعنی $۲ \text{ ر ف} + ۲ \text{ ف} = ۲ \text{ ت}$
 لیکن چونکہ ف بمقابلہ ر کے بہت چھوٹا ہے اس لئے اسکے مربع کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔

$$\frac{۲ \text{ ت}}{۳} = ۲ \text{ ر ف} = ۲ \text{ ت} \text{ ا ف}$$

اب ظاہر ہے کہ فاصلہ راست نہیں ناپا جاسکتا اور بغیر اس کو ناپنے کی کوشش میں ہم نے دراصل خطِ نگاہ پر کی علی التوائم سطحِ مستوی میں اس کا ظل ناپا ہے یعنی ج سے بن س پر کے عمود کا طول ناپا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۶۶)۔
 لیکن $\frac{\text{ت}}{\text{ف}} = \text{ج ب ط} = \text{ج ب ذ}$ (خطوط متوازی سے)

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{لہ}}{\text{ج ب ذ}}$$

لیکن ہمیں زاویہ ذ معلوم ہے کیونکہ یہ زمین پر سورج سے چاند کے ابتعاد کا زاویہ ہے۔ لہذا ہمیں ت معلوم ہو سکتا ہے، ت کی اس قیمت کو مندرج کرنے سے

$$\text{پہاڑ کی مطلوبہ بلندی ف} = \frac{\text{لہ}}{۲ \text{ ر ج ب ذ}} = \frac{\text{لہ}}{۲}$$

چاند کے آتش فشاں پہاڑوں کے دہانے

۱۳۱۔ چاند کی سر زمین میں شاید سب سے زیادہ عجیب و غریب جو چیزیں دکھائی دیتی ہیں بظاہر ان سب کی شکل پہاڑوں کے دہانوں کی سی نظر آتی ہے جو غالباً کسی وقت آتش فشاں تھے مگر اب بالکل ٹھنڈے ہو چکے ہیں۔ یہ دہانے علی العموم ایک فراخ مستطیر میدان پر مشتمل ہوتے ہیں جن کے گرد ایک بہت اونچی دیوار یا فصیل ہوتی ہے۔ اس میدان کے بیچ میں سے عموماً ایک یا بعض صورتوں میں سقد پہاڑ نکلتے ہوئے نظر آتے ہیں۔ ان میں سے مخصوص و معروف دہانے یہ ہیں۔

ظاقو جس کا قطر ۵ میل ہے اور اس سمیڈس جس کا قطر ۶ میل ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور بہت بڑا دہانہ شکارڈ ہے، اس کا قطر ۱۳۰ میل سے اوپر ہے اور اس کے گرد کی فصیل کی اونچائی بعض جگہوں پر ۱۰ ہزار فٹ تک پہنچتی ہے۔ یہ بتایا گیا ہے کہ اگر کوئی شخص اس دیوار سے محیط فضا کے عین بیچ میں کھڑا ہو تو اسے معلوم ہوگا کہ

گو یا وہ ایک صحرائے بے پایاں میں کھڑا ہے کیونکہ چاند کی سطح کے انحناء کی وجہ سے اس بلند حلقہ دیوار کی چوٹی اُس کے افق سے بالکل نیچے رہیگی۔

۱۳۲۔ چاند کا کرہ ہوائی۔ چاند کو شاہدہ کر کے واگے سب کے سب اس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ یا تو اس پر کرہ ہوائی مطلق نہیں ہے یا اگر ہے تو نہایت ہی لطیف ہے جب کوئی ثابت ستارہ چاند کے تاریک کنارہ کے قریب پہنچتے وقت مشاہدہ کیا جاتا ہے تو اس کی روشنی کی حدت میں کوئی تبدیلی معلوم نہیں ہوتی اگر ستارے کی شعاعیں کسی قابل لحاظ موٹائی کے کرہ ہوائی میں سے گزرتیں تو ضرور اس کی روشنی کی حدت میں تغیر واقع ہوتا۔ نیز جب چاند مشاہدہ کنندہ او کسی ثابت ستارہ کے درمیان میں سے گزر رہا ہو تو ستارہ کے احتجاب کی مدت محسوبہ مدت سے کم نہیں ہوتی اگر چاند کے گرد قابل لحاظ کثافت کا کوئی کرہ ہو تا تو ضرور یہاں کہ مشاہدہ کر وہ مدت محسوبہ مدت سے کم ہوتی کیونکہ جس طرح زمین کے کرہ ہوائی میں سے سورج کی شعاعوں کے منعطف ہونے سے سورج کے باوجود افق کے نیچے غروب ہو جانے کے بھی یہ کچھ عرصہ بعد تک دکھائی دیتا رہتا ہے اسی طرح ستارہ مذکور کے چاند کے پس پشت آ جانے کے باوجود بھی چاند کے کرہ ہوائی کے انعطاف کی وجہ سے یہ کچھ دیر تک لازماً نظر آتا رہتا ہے۔

کرہ ہوائی کی عدم موجودگی کے علاوہ ہیئت والوں نے چاند کی سطح پر پانی کا وجود بھی کسی شکل میں نہیں پایا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ چاند کی سطح پر ایسی جاندار چیزوں کا ہونا جن سے ہم باشندگان زمین واقف ہیں ناممکنات سے ہے۔

دسواں باب

خسوف و کسوف

۱۳۳۔ چاند گرہن کو خسوف اور سورج گرہن کو کسوف کہتے ہیں۔
چاند گرہن (خسوف)۔ خسوف قمر چاند کے زمین کے سامنے میں سے گزرنے سے پیدا ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ صرف اسی وقت وقوع پذیر ہو سکتا ہے جبکہ زمین،

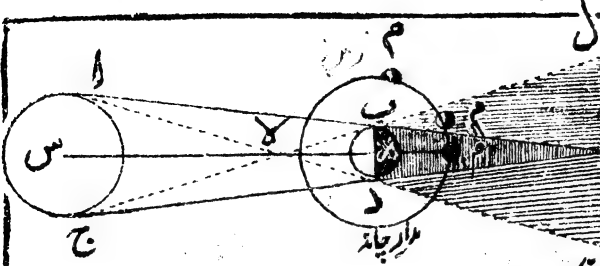
سورج اور چاند کے بیچ میں ہو یا بالفاظ دیگر چاند مقابلہ کے محل میں ہو۔
 اگر چاند کے مدار کی سطح مستوی طریق شمس کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی اور اس سے
 ۵ درجہ کا زاویہ نہ بناتی جیسا کہ امر واقعہ ہے تو چاند کے ہر دفعہ مقابلہ میں پہنچنے پر
 چاند گرہن واقع ہوتا۔ لیکن اس کے مدار کے مندرجہ بالا زاویہ میلان کی وجہ سے بالعموم ایسا
 ہوتا ہے کہ جب چاند محل مقابلہ میں آتا ہے تو یہ طریق شمس کی سطح مستوی سے یا اوپر ہوتا
 ہے یا نیچے، اس لئے ٹھیک زمین کے سایہ کے اندر نہیں آتا۔ اس سے ظاہر ہے کہ خسوف
 کے لئے چاند کا طریق شمس کے قریب ہونا یعنی اپنے عقد دل کے قریب ہونا ضروری ہے۔
 پس چاند گرہن کی شرائط یہ ہیں:-

(۱) چاند کو محل مقابلہ میں ہونا چاہیئے یعنی پورا ہونا چاہیئے۔

(۲) اسے کسی نہ کسی عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیئے۔

چاند گرہن دو قسم کے ہوتے ہیں کابل اور جزوی۔ کابل چاند گرہن میں چاند کی کل
 سطح زمین کے سایہ میں آسے گزرتی ہے اور جزوی چاند گرہن میں اس کی سطح کا صرف کچھ
 حصہ سایہ میں آتا ہے۔

۱۳۴- فرض کرو کہ سن اور ن (شکل ۶۷) بالترتیب سورج اور زمین کے مرکز ہیں۔
 سورج اور زمین کے راست مشترک ماس A B اور ج D کھینچو جو سن و ممدودہ
 سے واپس ہیں، نیز متقاطع ماس A D اور B ج کھینچو جو سن سے کلا پر ہیں۔
 اب اگر یہ خطوط، سن (بطور محور) کے گرد گھومیں تو ان کے گھومنے سے مخروطوں
 کی تکوین ہوگی۔ ان مخروطوں میں سے وہ مخروط B و D جس کا راس و پر ہے ایسا
 ہے کہ سورج کی کوئی شعاع اس کے اندر بطور راست داخل نہیں ہو سکتی۔ فضا کے
 اس مخروطی حصہ کو ظل محض کہتے ہیں۔ فضا کے ان مخروطی حصوں کو جو B و D
 اور و D ن سے تعمیر ہوتے ہیں ظل مشوب کہتے ہیں اور یہ سورج کی روشنی کے
 محض ایک حصہ سے محروم رہتے ہیں۔ یہ یاد رہے کہ ظل مشوب میں سے گزرتے وقت
 چاند کا خسوف واقع نہیں ہوتا بلکہ صرف اس کی چمک میں تخفیف ہو جاتی ہے
 مثلاً جب چاند م (شکل ۶۷) پر ہوتا ہے تو اسے جو روشنی ملتی ہے وہ A کے
 قریب کے حصوں سے آتی ہے لیکن ج کے قریب کے حصوں کی روشنی اسے نہیں ملتی



اس وجہ سے چاند کی
چمک میں کسی قدر تحقیق
ہو جاتی ہے اور چاند
ظل محض کے کنارہ
کے جتنا زیادہ قریب

نشان (۶۷)

ہوتا ہے اتنی ہی تحقیق
زیادہ ہوتی جاتی ہے لیکن اصل خسوف اس وقت تک واقع نہیں ہوتا تا وقتیکہ چاند کی
سطح کا کوئی حصہ ظل محض میں داخل ہو جائے۔

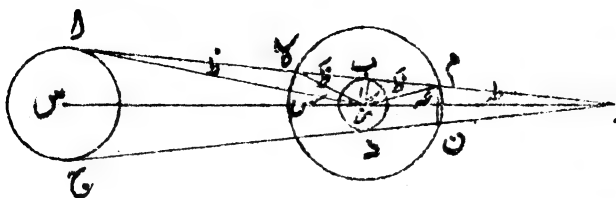
مناظر مبنی بر انعطاف نور

۱۳۵۔ جس شخص نے کال گرہن دیکھا ہے وہ جانتا ہے کہ اس وقت چاند مدح
سرخ یا بھورے رنگ کا دکھائی دیتا ہے اس سے ظاہر ہے کہ اس کو کہیں نہ کہیں
سے روشنی ضرور ملتی ہے۔ یہ روشنی زمین تاب کی وجہ سے نہیں ہو سکتی (دفعہ ۱۱۱) بلکہ چاند کے
محل مقابلہ میں ہونے کی وجہ سے زمین کا وہ رخ جو اس کی طرف ہے تاریک ہے اور اصل
یہ منظر زمین کے کرہ ہوائی میں انعطاف ہونے کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے کیونکہ سورج کی
وہ شعاعیں جو زمین کو تقریباً مس کرتی ہیں وہ کرہ ہوائی سے منعطف ہوتی ہیں
اور مڑ کر چاند کی سطح تک پہنچتی ہیں۔

انعطاف کی وجہ سے ایک اور عجیب و غریب منظر اس وقت نظر آتا ہے جب چاند
گرہن طلوع آفتاب یا غروب آفتاب کے وقت واقع ہو۔ اس وقت چاند اور
سورج دونوں انعطاف کی وجہ سے افق کے اوپر اٹھتے ہوئے ہوتے ہیں اور ابھی سورج
آسمان ہی پر ہوتا ہے کہ چاند گرہن واقع ہو جاتا ہے۔ یہ منظر ۱۶۶۶ء، ۱۶۶۸ء اور
۱۶۷۸ء میں پیش آیا تھا۔

نوٹ۔ باب ہذا کے ہائی حصہ میں ہم گاہے گاہے سورج کو علامت ۵ سے اور چاند کو ۶ سے تکرر کیا۔
سایہ زمین کی اس تراش کے قطر کی تعیین جہاں چاند سایہ کو قطع کرتا ہے۔

۱۳۶۔ سایہ کے مخروط کی عمودی تراش کا زاویہ قطر قوس م ن سے تعبیر ہوتا ہے
فرض کرو کہ نصف زاویہ م ن و جوم ن کے محاذی زمین کے مرکز پر قائم ہے



(شکل ۲۰) -

وضوح کرو
کہ خط = ۵ کا و
افقہ اختلاف بمنظر

$$89 \dot{v} > =$$

(فصل ۴۸)

شکل (۶۸)

ظ = ح کا اُنقی اختلاف منظر = > ن م ب یا > ن م ل ا ب

س = و د زاویہ جو سورج کے نصف قطر کے محاذی من پر بنتا ہے = \angle س ن ا

ط = منسوب سایہ کی مخروط کا نصف زاویہ

اب اقلیدس مائٹس ۳۲ کی رو سے

$$b - \bar{b} = e \quad \therefore \bar{b} = b + e$$

اسی طرح ط = س - ظ

ع = ظ - (س - ظ) = ظ + ظ - س

لیکن ظا، ظ اور س معلوم ہیں، اس لئے ۲۷ یعنی وہ زاویہ جو م ن کے

محاوی میں پر مبنی ہے معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر چاند کا افقی اختلاف منظر، ۵" پایا جائے اور سورج کا ۸" مائیکروسکوپ کا نصف قطر

۶۱ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ سایہ کی چوڑائی ۲ ع یعنی ۲ (ظ + ظ - س) تقریباً

— 48 —

چونکہ جانکے زاویہ نظر کی اوسط قیمت تقریباً نصف درجہ ہوتی ہے اس لئے

ہم دیکھتے ہیں کہ چاند کے فاصلہ پر اس کے سایہ کی تراش کی چوڑائی چاند کے تقریباً تین

قطروں کے مساوی اہم رہی ہے۔ نیز چونکہ چاند ایک گھنٹہ میں تقریباً اپنے قطر کے مساوی

نوٹ: ۱۔ زیادہ صحیح طور پر سایہ کی چوڑائی کی بڑی سے بڑی قیمت ۸۹ سے چھوٹی سے چھوٹی قیمت

۵۷۔ اُن تک بدلتی رہتی ہے اول الذکر قیمت اُس وقت ہوتی ہے جبکہ چاند زمین کے قریب ترین یعنی

حقیقت پر اور ساتھ ہی رین سوچ سے بیدار بنی اور چہرہ پر محبت لات باطل برکس ہوں تو سایہ کی چوڑائی جیوئی
جیوئی مہوئی ہے۔

704

فاصلہ طے کرتا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۳) اس لئے جب چاند سایہ کے محور میں سے گزر رہا ہو یعنی جب گرہن مرکزی طور پر واقع ہو تو چاند متواتر دو گھنٹے تک حالت خسوف میں رہتا ہے۔

۱۳۷۔ اوپر کے بیان سے ظاہر ہے کہ مخروط کا نصف زاویہ طہ = سس - ظا
= (سورج کا نصف قطر) - (سورج کا افقی اختلاف منظر)

جس طرح م ن پر مخروط کی تراش کی چوڑائی معلوم کی گئی ہے یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ لامبا پر کی تراش کا نصف قطر مساوی ہے۔ ظا - ظ + سس کے چہاں لامبا مخروط کی وہ تراش ہے جہاں چاند اسے اقتربان کے محل میں عبور کرتا ہے کیونکہ از روئے اقلیدس (۱۴ م اثبات ۳۲)

$$\text{لامبا نس} = \text{ظا} + \text{ط} = \text{ظا} - \text{ظ} + \text{سس}$$

سایہ زمین کے طول کی تعیین

۱۳۸۔ زمین کے مرکز سے مخروط کے راس تک جو فاصلہ نر ہے اُس کو زمین کے سایہ کا طول یا ارتفاع کہتے ہیں۔ اب ہم اس کی مقدار محسوب کر سکتے ہیں کیونکہ زمین کا نصف قطر اور مخروط کا نصف زاویہ طہ معلوم ہو سکتے ہیں کیونکہ زاویہ طہ جو (سس - ظا) کے مساوی ہے اس قدر چھوٹا ہے کہ ہم فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا نصف قطر ر اُس دائرہ کے قوس پر منطبق ہوتا ہے جس کا مرکز و اور نصف قطر ون ہو (دیکھو شکل ۶۸) اسلئے قوسی پیمانہ سے ہم فوراً نتیجہ نکال لیتے ہیں کہ

$$\frac{\text{طہ}}{\text{ر}} = \frac{۲۰۶۲۶۵}{\text{نر}}$$

$$\text{نر} = \frac{\text{طہ} \times ۲۰۶۲۶۵}{\text{سس} - \text{ظا}} = \frac{۲۰۶۲۶۵ \times \text{ر}}{\text{سس} - \text{ظا}}$$

زمین کے نصف قطر کو اندازاً ۴۰۰۰ میل کے اور سورج کے نصف قطر سس کو ۴۱۰ یا ۹۰ کے اور سورج کے اختلاف منظر کو ۸ کے مساوی لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:-

$$\text{نر} = \frac{۲۰۰۰ \times ۲۰۶۲۶۵}{۸ - ۹۰} \text{ میل}$$

= ۸۶۰۰۰۰ میل تقریباً یا زمین کے نصف قطر کا ۲۱۵ گنا۔
چونکہ زمین سے چاند کا فاصلہ چاند کے نصف قطر کا تقریباً ۶۰ گنا ہے اس لئے
ظاہر ہے کہ چاند کے مدار کا جو فاصلہ زمین سے ہے وہ اس کے سایہ کی مخروط کے طول
سے مقابلہ بہت کم ہے۔ اس لئے جب چاند پورا ہوا اور اپنے کسی ایک عقدہ پر ہو تو لازم
ہے کہ گرہن واقع ہو۔

۱۳۹۔ کیسوف خس (سورج گرہن)۔ سورج گرہن اُس وقت پیدا ہوتا ہے جب سورج
اور مشاہدہ کنندہ کے درمیان چاند داخل ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ چاند گرہن کی صورت میں
بتایا جا چکا ہے سورج گرہن کیلئے بھی یہ ضرور ہے کہ چاند تقریباً بطریق شمس کی سطح مستوی
میں ہو۔ اس لئے سورج گرہن کے لئے دو ضروری شرطیں یہ ہیں:-
(۱) چاند کو اقتران کے محل میں ہونا چاہیے یا بالفاظ دیگر ادا میں ہونا چاہیے۔
(۲) اسے اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیے۔

چاند گرہن کی صورت میں جب چاند ظل محض میں داخل ہوتا ہے تو اس کی روشنی
برداشت ہو جاتی ہے اور اس لئے چاند گرہن زمین کے اُس نصف حصہ پر کے ہر ایک
مقام سے نظر آتا ہے جو چاند کے رخ پر ہو۔ برعکس اس کے سورج گرہن کے وقت سورج
کی روشنی محض مشاہدہ کنندہ کی نظر سے غائب ہو جاتی ہے چونکہ چاند بمقابلہ زمین کے بہت
چھوٹا ہوتا ہے اس لئے ظاہر ہے کہ سورج گرہن ایک ہی وقت میں صرف ایک محدود
رقبہ میں دکھائی دے سکتا ہے۔

اگر چاند قوس لاہا کے اندر ہو (شکل ۶۸) تو سورج گرہن واقع ہوتا ہے جو زمین
کے بعض مقامات سے نظر آ سکتا ہے، اگر چاند قوس م ن کے اندر ہو تو چاند گرہن
واقع ہوتا ہے۔ چونکہ قوس لاہا قوس م ن سے بڑا ہے اس لئے یہ توقع پیدا
ہوتی ہے کہ اگر ہم ان تمام گرہنوں کو شمار میں لائیں جو کل زمین پر سے دکھائی دیتے
ہیں تو سورج گرہنوں کی تعداد چاند گرہنوں کی تعداد سے زیادہ ہونی چاہئے۔ اور دراصل
ایسا ہی ہوتا ہے لیکن جیسا کہ ہم ابھی دیکھ چکے ہیں سورج گرہن زمین کے صرف محدود
رقبہ پر دکھائی دیتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کسی خاص مقام پر چاند گرہنوں کی
تعداد سورج گرہنوں کی تعداد سے زیادہ ہوتی ہے۔

۱۲۰۔ سورج گرہن تین قسم کے ہوتے ہیں۔ (۱) کامل (۲) چنبری یا حلقہ نما (۳) جزوی۔ کامل سورج گرہن میں کل سورج نظر سے چھپ جاتا ہے اور حلقہ نما سورج گرہن میں صرف اس کا مرکزی حصہ تاریک ہوتا ہے اور اس کے گرد ایک چمکدار چھلا سا دکھائی دیتا ہے۔

اس امر کو اچھی طرح سمجھ کر زمین نشین کر لینا ضروری ہے کہ کیوں چاند کے زمین اور سورج کے درمیان حال ہونے سے کبھی تو سورج کی کل سطح اور کبھی صرف اس کا مرکزی حصہ چھپ جاتا ہے۔

تم پڑھ چکے ہو کہ چاند کا ظاہری زاویہ قطر مستقل نہیں رہتا بلکہ اس کے مدار کے بشکل ناقص ہونے کی وجہ سے اس کا فاصلہ زمین سے بدلتا رہتا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۳)۔ اسی طرح سورج کا ظاہری قطر بھی بدلتا رہتا ہے، نیز دونوں کی اوسط قیمتیں تقریباً مساوی ہوتی ہیں جب چاند زمین کے قریب ترین (حضیض پر) ہوتا ہے تو اس کا زاویہ قطر 34° ہوتا ہے اور جب یزین سے بعید ترین (اوج پر) ہوتا ہے تو زاویہ قطر گھٹتے گھٹتے 28° ہو جاتا ہے، اسی طرح اس کے متناظر صورتوں میں سورج کا نصف قطر 32° سے لے کر 34° تک بدلتا ہے۔ جب چاند کا ظاہری قطر سورج کے ظاہری قطر سے زیادہ ہو (جو اس وقت ہوتا ہے جبکہ چاند زمین کے قریب ترین ہو) تو مشاہدہ کنندہ سے جو ہر دو اجرام کے مرکزی خط پر کھڑا ہے سورج کی کل سطح چھپ جاتی ہے اس صورت میں کامل سورج گرہن ہوتا ہے لیکن جب چاند کا ظاہری قطر سورج کے ظاہری قطر سے کم ہو (جو اس وقت ہوتا ہے جبکہ چاند زمین سے بعید ترین ہو) تو انہی شرائط کے تحت سورج کا صرف مرکزی حصہ غائب ہوگا۔ اس صورت میں سورج گرہن حلقہ نما ہوگا۔

ایک نہایت سادہ تجربہ سے اوپر کی شریح صاف طور پر سمجھ میں آسکتی ہے۔ ایک سکہ لو اور ایک آنکھ بند کر کے سکہ کو دوسری آنکھ کے سامنے اس طرح رکھو کہ سورج کی کل سطح تمہاری آنکھ سے غائب ہو جائے اس صورت میں سکہ کا محل بعینہ سورج گرہن کے وقت چاند کے محل کے مشابہ ہے۔ اب اگر سکہ کو آنکھ سے زیادہ دور لے جائیں لیکن اس کے مرکز کو سورج کے مرکزی سیدھ میں رکھیں تو یہ معلوم ہوگا کہ اس کا فاصلہ

بڑھ جانے سے اس کے ظاہری قطر میں کمی ہونے کی وجہ سے یہ صرف سورج کے مرکزی حصہ کو چھپا سکتا ہے اس مثال سے واضح ہو جاتا ہے کہ جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو تو کس طرح حلقہ نما گرہن پیدا ہوتا ہے -

جزوی سورج گرہن میں قرص غمس کی ایک جانب کا صرف ایک حصہ تاریک ہوتا ہے کیونکہ ہر دو اجرام کے مرکز مشابہ کنندہ کی ایک سیدھ میں نہیں ہوتے۔ یہ ظاہر ہے کہ سب کے سب یعنی کامل اور حلقہ نما گرہنوں کا آغاز اور انجام جزوی گرہنوں کی شکل میں ہوتا ہے۔

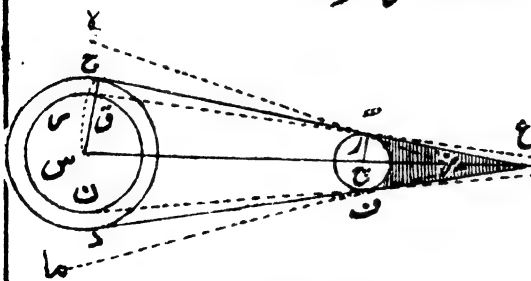
سایہ قمر کے مخروط کے طول کی تعیین
۱۴۱۔ فرض کرو کہ سورج کا مرکز س ہے اور چاند کا ج، نیز سورج اور چاند کے نصف بالترتیب س اور ج ہیں (شکل ۶۹) تب چاند کے سایہ کا راس ع پر ہوگا۔ جہاں چاند اور سورج کے مشترک مماس جھ اور د ف ملتے ہیں۔ پس اب ہمیں فاصلہ ج ع معلوم کرنا مقصود ہے۔

چونکہ مثلث ع س ج اور ع ج ح ہر دو متشابه ہیں اس لئے اقلیدس ۶ م ش ۴ کی رو سے

$$\frac{ع س}{ع ج} = \frac{س ج}{ع ج} \quad \text{یعنی} \quad \frac{س ج}{ع ج} = \frac{ع ج + س ج}{ع ج}$$

اس لئے ع ج کے لئے حل کرنے اور س ج کو دسے تعبیر کرنے سے

$$\frac{ع ج}{س ج} = \frac{ع ج + س ج}{ع ج}$$



شکل (۶۹)

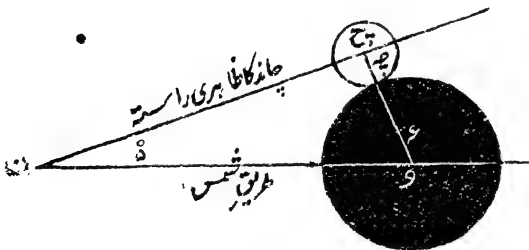
لیکن رجو چاند کا نصف قطر ہے تقریباً ۱۰۷۶ میل ہے اور سورج اور چاند ہر کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ زمین کے قطر کے

۱۱۷۱۷ گنا سے لیکر ۱۱۷۱۳ گنا تک بدلتا ہے۔ ان قیمتوں کو مندرج کرنے سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ع ج، زمین کے قطر کے ۲۸۵۹۳ اور ۲۸۵۹۴ گنے کے اندر بدلتا ہے۔

چونکہ زمین کی سطح سے چاند کا فاصلہ زمین کے قطر کے ۲۸ گنے اور ۳۱ گنے کے اندر بدلتا ہے اس لئے اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ مشاہدہ کنندہ کبھی مقام ہن پر سایہ کے مخروط کے اندر نظر ہوگا اور کبھی مقام تن یعنی مخروط کے راس سے باہر ہوگا۔ اول الذکر صورت میں جو سورج گرہن واقع ہوگا وہ کامل ہوگا کیونکہ زمین کے محاذ چاند کا زاویہ سورج کے زاویہ کی نسبت بڑا ہے۔ دوسری صورت میں جو سورج گرہن واقع ہوگا وہ حلقہ نما ہوگا اور سورج کا صرف اتنا حصہ چھپ جائے گا جو شکل بالائیں اندرونی دائرہ قن میں نظر آئے۔ تبصرہ کیا گیا ہے جہاں قن اور ن تر، تن سے چاند کی سطح کے تماس پہنچنے لگے ہیں اور ان کو سورج تک بڑھایا گیا ہے۔

چاند گرہن اور سورج گرہن کی شرائط کا حساب

۱۴۲۔ چاند گرہن۔ فرض کرو کہ چاند کے فاصلہ پر زمین کے سایہ کی تراش کا مرکز و ہے (شکل ۷) اور ج چاند کا مرکز ہے جبکہ یہ سایہ سے خارجی طور پر ٹس کر رہا ہو۔ نیز ج چاند کے ظاہری راستہ کو تعبیر کرتا ہے، ن و طریق شمس ہے اور ن چاند کے عقدہ کا مقام ہے۔



اب ظاہر ہے کہ چاند کا کوئی حصہ بخسوف نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکزوں کا فاصلہ ج و سے کم نہ ہو۔

لیکن ج و =

(سایہ کا نصف قطر)

شکل (۷۰)

+ (چاند کا نصف قطر) = ج + و

لیکن عہ = ظ + ظ - س (دفعہ ۱۳۶)

✓ ج و = ظ + ظ - س + ی

جہاں ظ = سورج کا افقی اختلافِ منظر = ۸

ظ = چاند کا افق اختلاف منظر = ۵۷

سی = ۵۰ کا نصف قطر = ۱۴ (اوسط قیمت)

چ = ۱۵ (اوسط قیمت)

اس لئے

بج 9 = 5 + 4 - 8 + 5 = 6 (تقریباً)

اسی طرح کامل جانڈ گرہن کے لئے چاند انتہائی محل میں سایہ سے داخل طور پر

مس کریگا اور اس صورت میں

چ و = (سایہ کا نصف قطر) - (جائیدہ نصف قطر)

ع - ج
ظ + ظ - س - ج = ۲۶ (تقریباً)

پس چاند گرہن واقع نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکوزوں کا فاصلہ ۵۶ سے کم نہ ہو اور کامل چاند گرہن واقع نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ یہ فاصلہ ۶۶ سے کم نہ ہو۔
۱۴۳ - سوچ کر گھن۔ وقوعہ ۱۳۷ میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ مخروط کی اس تراش کا زاویہ نصف قطر جہاں چاند اتران کے وقت اسکو لامبا پر قطع کرتا ہے (شکل ۶۸)
ظا - ظ + سس ہوتا ہے۔ اس لئے ظا ہر ہے کہ جزوی سوچ گرہن کے لئے تراش کے مرکز سے چاند کا انتہائی فاصلہ ظا - ظ + سس + چہ = ۸۸ اور کامل سوچ گرہن کے لئے ظا - ظ + سس - چہ = ۵۸ ہونا چاہیئے۔

چونکہ مدارِ قمر طریقِ شمس کے ساتھ ہیست چھوٹا زاویہ بناتا ہے (یعنی ۵° کا) لہذا خط
وِج طریقِ شمس پر قریب قریب عمود وار ہوتا ہے اور اس لئے یہ تقریباً جامد کے
عرض بلد کے مساوی ہوتا ہے، نیز چونکہ جامد کا عرض بلد ۵° سے ۵° تک بدلتا ہے اسلئے
ہم دیکھتے ہیں کہ گرہن صرف عقدہ کے نہایت قریب ہی واقع ہو سکتا ہے۔

۴۴ - تعریف - محل مقابلہ میں عقدہ سے چاند کا بڑے سے بڑا فائدہ (جو طریقی)

پر ناپا جائے) جس کے اندر خسوف قمر واقع ہو سکتا ہے اسکو حد خسوف قمر کہتے ہیں۔ مثلاً شکل ۱۷ میں چاند کا ظاہری راستہ پہلے بیج ن سے ٹیکر کیا گیا ہے نیز چاند تقریباً محل مقابلہ سے دکھایا گیا ہے جبکہ یہ سایہ کو عین شمس کرتا ہے۔ تب فاصلہ $ن$ جو طریق شمس پر ناپا گیا ہے محل مقابلہ میں عقدہ سے چاند کے فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے یعنی محل مقابلہ میں عقدہ سے طریق شمس پر چاند کے فاصلہ کے ظل کو تعبیر کرتا ہے اس لئے یہ فاصلہ حد خسوف ہے۔

حد خسوف معلوم کرنا

۱۴۵۔ گردی مثلث بیج ون میں قوس $ن$ و کیوں محسوب کر سکتے ہیں۔ قوس

بیج و معلوم ہے کیونکہ

یہ سایہ اور چاند کے

نصف قطروں کے

مجموعہ کے مساوی

ہے (دفعہ ۱۴۲ کی

رُو سے بیج و =

ظ + ظ - س + چ)

زاویہ $ن$ بھی جو دائرہ

شکل (۱۷)

اور طریق شمس کا درمیانی زاویہ ہے معلوم ہے اور تقریباً ۹۰ ہے۔

زاویہ بیج قائم ہے کیونکہ بیج و سے بیج ن کا چھوٹے سے چھوٹا فاصلہ ہے:

اس لئے قوس $ن$ و محسوب ہو سکتی ہے۔

حد اعظم وحد اصغر۔ حد خسوف کوئی مستقل مقدار نہیں ہے کیونکہ چاند اور سورج

دونوں کے اختلاف منظر اور زاویہ نصف قطر بدلتے رہتے ہیں۔ علاوہ ازیں چاند کے

مدار کا میلان بھی ۵ سے ۲۰ کے اندر بدلتا رہتا ہے۔ ان سب اسباب

کی بنا پر مذکورہ بالا حدیں معتد بہ تبدیلیاں ہوتی رہتی ہیں۔ جب چاند زمین کے قریب

ترین اور زمین سورج سے بعید ترین ہو اور ساتھ ہی مدار قمر کا زاویہ میلان کم سے کم

ہو تو حالات گرہن کے لئے نہایت موافق ہوتے ہیں اور اس صورت میں بمقابلہ کسی

آدر موقع کے عقدہ سے بڑے سے بڑے فاصلہ پر گرہن واقع ہو سکتا ہے۔ ان حالات

کے تحت ون کی قیمت ۱۲ ۵ معلوم کی گئی ہے۔ اسکو خسوفِ قمر کی حدِ اعظم کہتے ہیں۔
 بر خلاف اس کے جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو اور زمین سورج
 سے کم سے کم فاصلہ پر ہو اور نیز زمین پر کا زاویہ بڑے سے بڑا ہو (شکل ۱۷) تو حالات گرہن
 کے لئے نہایت مخالف ہوتے ہیں اور اس صورت میں اول الذکر صورت کی نسبت چاند
 کو خسوف کے واقع ہونے کے لئے عقدہ کے بہت قریب ہونا چاہیے۔ ان حالات کے
 تحت ون کی قیمت ۹ ۴ معلوم کی گئی ہے۔ اس کو خسوف کی حدِ اصغر کہتے ہیں۔
 پس جب چاند کا فاصلہ محلِ مقابلہ میں عقدہ سے حدِ اعظم کے اندر ہو تو گرہن کا
 واقع ہونا محض امکانی ہوتا ہے مگر جب اس کا فاصلہ حدِ اصغر کے اندر ہو تو گرہن کا
 واقع ہونا لازمی ہوتا ہے۔

۱۲۶۔ حدودِ کسوفِ شمس سورج گرہن کے لئے بھی ایک حد ہے اور اس حد سے
 مراد عقدہ سے طریقی شمس پر محلِ اقتران میں چاند کا وہ فاصلہ ہے جس کے اندر سورج گرہن
 واقع ہو سکتا ہے۔ اس حد کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی قیمتوں کو بالترتیب
 حدِ اعظم اور حدِ اصغر بھی کہتے ہیں۔ بڑی سے بڑی حد ۱۸ ۱۳ ہے اور اس کے
 اندر کسوف کا واقع ہونا محض امکانی امر ہے اور چھوٹی سے چھوٹی حد ۱۵ ۲۱ ہے
 جس کے اندر کسوف کا واقع ہونا لازمی ہے۔

۱۲۷۔ دفعہ ۱۲۶ میں اس کا ذکر کیا جا چکا ہے کہ چاند کے عقدے طریقی شمس پر
 رجعی حرکت رکھتے ہیں اور ۱۸ ۱۳ سال میں ایک پورے دور کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ اس بنا پر
 دفعہ ۱۲۷ میں ثابت کیا گیا ہے کہ عقدوں کے خط کی گردش کا استرانی دور
 ۳۴۶۵۶۲ یوم ہے۔ دوسرے لفظوں میں اس کے یہ معنی ہیں کہ سورج عقدوں
 کے خط سے ۳۶۰ میں سے ۳۴۶۵۶۲ یوم میں علیحدہ ہوتا ہے۔ اس لئے ۲۹ ۱/۲
 دن کے ایک اقترانی قمری مہینہ میں سورج ایک عقدہ سے بقدر زاویہ

$$\frac{29.5 \times 360}{346562} = 30. \frac{2}{3} \text{ تقریباً}$$

علیحدہ ہوتا ہے۔

چونکہ اس نتیجہ کا حدودِ خسوف و کسوف کے ساتھ مقابلہ کرنے سے گرہنوں

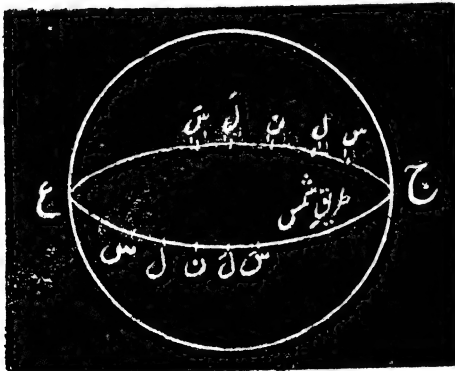
کا تقد و وقوع محسوب ہو سکتا ہے اس لئے یہ ضروری معلوم ہوتا ہے کہ طالب علم مقادیر ذیل کی قیمتوں کی تقریبی قیمتیں یاد کرے۔

اصغر	اعظم	حد و خسوف
۹ $\frac{1}{4}$	۱۲	
۱۵ $\frac{1}{4}$	۱۸ $\frac{1}{4}$	حد و کسوف
ہر قمریہ میں	$۳۰ \times \frac{1}{4}$	سورج کی اصنافی حرکت
	۳۴۶ دن	سورج کی گردش کی مدت
	۱۷۳ دن	مدت عقدہ سے عقدہ تک

۶ قمری دور $۶ \times ۲۹ \frac{1}{4} = ۱۷۷$ دن
انتباہ۔ ظاہر ہے کہ اثنائے خسوف و کسوف میں سورج اور چاند کے فاصلے قریب ترین عقدہ سے تقریباً مساوی ہوتے ہیں۔

گرہنوں کے تقد و وقوع کی تعیین

۳۸۔ کم سے کم تعداد۔ فرض کرو کہ ن اور ن چاند کے عقدوں کو تعبیر کرتے ہیں (شکل ۷۲) طریقی شمس ج پر فاصلے ن ل ن ل ن ل ن ل کاٹو جن میں سے ہر ایک خسوف قمر کی حد کے مساوی ہو۔ اسی طرح فاصلے ن س ن س ن س ن س کاٹو جن میں سے ہر ایک کسوف شمس کی حد کے مساوی ہو۔ اب چونکہ



سورج بلحاظ عقدوں کے ایک اقدانی مہینہ میں $۳۰ \times \frac{1}{4}$ چلتا ہے اس لئے ظاہر ہے کہ سورج کو قوسوں میں سے یا س س کو طے کرنے میں ایک ماہ سے زیادہ وقت لگے گا کیونکہ ان میں ہر ایک قوس بوجہ سورج کی حد اصغر سے دو چند ہونے کے

۳۹۔ لہذا کم از کم ایک امداس اور اس لئے کم از کم ایک سورج گرہن اس کے

ان قوسوں میں سے ہر ایک میں سے گزرتے وقت واقع ہونا چاہیے۔
 برعکس اس کے ل ل ی ا ل ل کی کم سے کم قیمت بوجہ چاند کی حدِ اصغر کے
 دو چند ہونے کے صرف ۱۹ ہے۔ اور سورج ان قوسوں میں سے ہر ایک کو ایک ماہ
 سے بہت کم عرصہ میں (تقریباً ۸ یوم میں) طے کر لیتا ہے۔ اس لئے ممکن ہے کہ کسی عقدہ
 کے قریب بھی پورا چاند نہ ہو اور بناءً علیہ سال بھر میں کوئی بھی چاند گرہن نہ ہو۔ پس
 سال بھر میں کم سے کم دو گرہن واقع ہونگے اور یہ دونوں سورج ہی کے گرہن ہونگے۔
 ۱۴۹۱- بڑی سے بڑی تعداد سورج کو ن سے ن (شکل ۷۲) تک جانے میں ۱۴۳
 دن لگتے ہیں یعنی چاند کے ۶ وضعی دوروں (۷۷ دن) سے ۴ دن کم لگتے ہیں۔
 اس لئے جب سورج کے ن پر پہنچنے کے ۲ دن پہلے چاند پورا ہو تو اس کے ن
 میں سے گزرنے کے ۲ دن بعد بھی چاند پورا ہوگا اس لئے ہر ایک عقدہ کے بہت
 قریب چاند گرہن کا واقع ہونا یقینی ہوگا۔ لیکن اگر سورج کے ایک عقدہ میں سے
 گزرنے سے دو دن پہلے یا دو دن بعد چاند گرہن واقع ہو تو ممکن ہے کہ اس عقدہ
 کے قریب دو سورج گرہن بھی واقع ہوں (یعنی اس سے پہلے کے اور بعد کے مائوسوں
 کے وقت) کیونکہ نصف دور تقریباً ۱۴ دن میں سورج $\frac{1}{2}$ ا چلتا ہے اور اگر
 ہم اس میں وہ قوس بھی اضافہ کر دیں جو سورج ۲ دن میں طے کرتا ہے تو بھی مجموعی قوس
 سورج گرہن کی حدِ اعظم کے اندر ہی رہتی ہے اس لئے ۳۶۶ یوم کی مدت میں ممکن ہے
 کہ ہر ایک عقدہ سے کم قریب ایک چاند گرہن اور دو سورج گرہن واقع ہوں لیکن اگر اس سے
 کم گرہن (شکل ۷۲) جنوری میں واقع ہوں تو اختتام سال سے پہلے سورج کے
 دوسری مرتبہ قوس میں سے گزرنے کے اندر پہنچنے کے لئے بھی کافی وقت بچ رہتا ہے پس اب
 اس سے قریب ایک اور سورج گرہن واقع ہوگا اور سورج کے ن میں سے گزر جائے
 گے ۶ دن بعد ایک چاند گرہن واقع ہوگا اگر اس کے بعد اس کے قریب سورج گرہن
 واقع نہیں ہوگا کیونکہ اب جو مائوس ہوگا وہ سورج کی حدِ اعظم کے باہر واقع ہوگا اس طرح
 چاند کے $\frac{1}{2}$ وضعی دوروں یعنی ۷۸ یوم میں کل گرہنوں کی تعداد آٹھ ہوتی
 جن میں سے پانچ سورج کے ہیں اور باقی تین چاند کے لیکن یہ سب گرہن ایک سال
 (یعنی ۳۶۵ یوم) کے اندر واقع نہیں ہو سکتے اس لئے ہمیں کم از کم ایک سورج گرہن

یا چاند گرہن کو حذف کر دینا چاہیے، پھر سال بھر کے کل گرہنوں کی تعداد زیادہ سے زیادہ
ساتھ ہو سکتی ہے جن میں سے یا پانچ سورج گرہن اور دو چاند گرہن ہونگے یا چار
سورج گرہن اور تین چاند گرہن -

ہر ۱۸ سال میں بالعموم ۴۱ سورج گرہن اور ۲۹ چاند گرہن ہوتے ہیں -

قرنِ خلدانی

۱۵۰ - چونکہ چاند کے عقدوں کا دورِ اقترانی ۶۲ ۶۳ ۶۴ یوم کا ہے اور چاند کا
دورِ وضعی ۵۳ ۵۴ ۵۵ یوم کا ہے، اس لئے

عقدہ کے ۱۹ اقترانی دور = $19 \times 62 \text{ } 63 \text{ } 64$ یوم

= ۶۵۸۵ یوم

نیز ۲۲۳ قمریئے یا چاند کے وضعی دور = $223 \times 69 \text{ } 53$ = ۶۵۸۵ یوم
اس لئے ہم دیکھتے ہیں کہ ۶۵۸۵ یوم کی ہر مدت کے بعد، جو وقفہ ہمارے
۲ لیپ سال ہونے کی صورت میں ۱۸ سال ۱۱ یوم اور ۵ لیپ سال ہونے کی
صورت میں ۱۸ سال ۱۰ یوم کے مساوی ہوتی ہے سورج اور چاند مدارِ قمر
کے عقدوں کے لحاظ سے تقریباً اپنے سابقہ محل میں لوٹ کر آتے ہیں قرنِ مذکور کے
ختم ہونے کے بعد خسوف و کسوف پھر اسی ترتیب سے واقع ہونگے جس میں کہ گزشتہ
قرن میں واقع ہوئے تھے - اس مدت کو قرنِ خلدانی کہتے ہیں کیونکہ اس کی مدد سے
خلدانی ہستی دان گرہنوں کے وقوع کے اوقات پیش از وقت بتا سکتے تھے -

گیارہواں باب

اوسط اور ظاہری وقت - وقت کی مساوات

۱۵۱ - تیسرے باب میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ شمسی اور کوکبی وقت میں کیا فرق ہے؛ کوکبی
یوم کا طول مستقل ہوتا ہے کیونکہ زمین کی محوری گردش کی رفتار یکساں رہتی ہے لیکن
ظاہری شمسی یوم کا طول بدلتا رہتا ہے کیونکہ دورانِ سال میں سورج کے صعود و سقیم کی

تبدیلی کی فوج یکساں نہیں رہتی - اس عدم تساوی کی وجہ سے گھڑی کو اس طرح چلانا ناممکن ہے کہ جب سورج نصف النہار پر پہنچے تو اس میں بارہ بجے کا وقت ہو - اس لئے ہماری گھڑیاں ظاہری شمسی وقت کو بتانے کے بجائے اوسط شمسی وقت کو ظاہر کرتی ہیں اور اوسط شمسی وقت سے وہ وقت مراد ہے جو ایک ایسے مفروضہ جرم (جس کو اوسط شمس کہہ سکتے ہیں) کے حرکت کرنے سے حاصل ہوتا جو استوا پر یکساں رفتار کے ساتھ گھومتا ہو - شرح سے حرکت کرتا جس سے کہ سورج فی الحقیقت طریق شمس پر حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے - تعریف - اوسط شمسی یوم سے وہ وقت مراد ہے جو نصف النہار پر سے اوسط شمس کے دو متوازی مروروں کے درمیان گزرتی ہے -

جو بیکہ اوسط شمس کا صعود مستقیم یکساں رفتار سے ہوتا ہے اس لئے ظاہر ہے کہ اوسط شمسی یوم کا طول مستقل ہوتا ہے کسی آن میں اوسط شمس کا ساعتی زاویہ آن مذکور میں اوسط وقت کو ظاہر کرتا ہے اور ظاہری یا اصلی سورج کے ساعتی زاویہ سے ظاہری وقت یا دھوپ گھڑی کا وقت تعبیر ہوتا ہے -

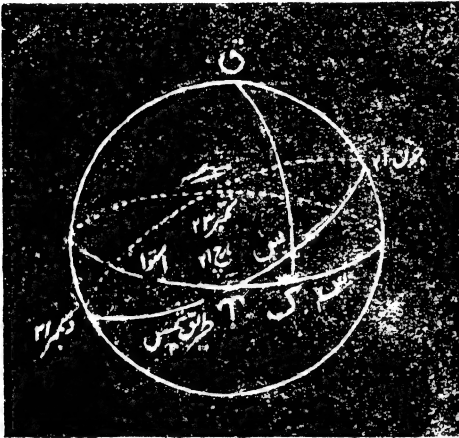
۱۵۲ - تعریف - اوسط اور ظاہری وقت کے فرق کو وقت کی مساوات کہتے ہیں - اسے مثبت مانا جاتا ہے اگر اوسط وقت ظاہری وقت سے زیادہ ہو اور منفی مانا جاتا ہے اگر ظاہری وقت اوسط وقت سے زیادہ ہو، اس لئے
(اوسط وقت - ظاہری وقت) = (وقت کی مساوات) یا
(معمولی گھڑی کا وقت) - (دھوپ گھڑی کا وقت) = (وقت کی مساوات)

چونکہ شمس حقیقی طریق شمس پر حرکت کرتا ہے اور اوسط شمس استوا پر نیز چونکہ اول الذکر کی حرکت تغیر پذیر ہوتی ہے اور آخر الذکر کی یکساں اس لئے واضح ہے کہ وقت کی مساوات ذیل کے دو اسباب پر مبنی ہے :-

- (۱) مدارِ ارض کے خروج المذکر کی وجہ سے طریق شمس حقیقی کی تغیر پذیر حرکت -
- (۲) طریق شمس کا میلان استوا کے ساتھ -

اب ہم ان اسباب میں سے ہر ایک پر جدا گانہ غور کریں گے اور ان کے اثرات کو ملاحظہ سے دیکھیں گے کہ وقت کی مساوات دوران سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز اس کی بڑی سے بڑی

اور آخر اندک استواء پر تب وہ پھر اعتدال خریف پر اکٹھے ہونگے نیز ہر دو انقلابوں پر ان کے صعود و مستقیم بھی ایک دوسرے کے مساوی ہونگے۔ پس وقت کی مساوات کا وہ حصہ جو محض طریقِ شمس کے میلان پر مبنی ہے سال بھر میں چار موقعہ اعتدالوں اور انقلابوں پر صفر ہو جاتا ہے۔ نیز جس وقت شمسی حقیق میں پر ہو تو اس کا صعود و مستقیم ۴۴ کہ ہونگا



جہاں تی س ک
وہ قوس ہے جو قطب
سماوی اور سورج کے
مرکز میں سے گزرتی
ہے۔ اب اوسط شمس
میں کا مقام (صورت)
طریقِ شمس کے میلان
کے لحاظ سے معلوم
کرنے کے لئے

شکل (۳)

۴۴ س = ۴۴ س
قطع کرو، ایسا کرنے

سے س، آگ کے مشرق کی طرف پڑیگا کیونکہ قائم الزاویہ کروئی مثلث ۴۴ س کی
میں ۴۴ س دتر ہونے کی وجہ سے ۴۴ گ سے بڑا ہے۔ پس شمسی حقیقی اوسط شمس
کے مغرب کی طرف ہونے کی وجہ سے ہر روز نصف النہار کو اوسط شمس کی نسبت
پہلے عبور کرتا ہے یعنی دھوپ گھڑی معمولی گھڑی کے مقابلہ میں تیز ہوتی ہے پس وقت
کی مساوات کا یہ حصہ منفی ہوتا ہے اور اس کی تعداد بڑی سے بڑی قیمت - ۱۰ منٹ
ہوتی ہے۔ اسی طرح سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ انقلاب سے اعتدال تک دھوپ گھڑی
معمولی گھڑی سے مست ہوتی ہے اور وقت کی مساوات کا یہ حصہ مثبت ہوتا ہے
جسکی بڑی سے بڑی قیمت + ۱۰ منٹ ہوتی ہے۔

وقت کی مساوات کے ہر دو اجزا کی ترکیب
۱۵۵ - فرض کرو کہ ما = وقت کی مساوات کا وہ حصہ جو سورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے۔

ما = وہ حصہ جو طرہٴ شمس کے میلان پر مبنی ہے۔

اوپر کے نتائج کا اعتبار اس کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ
(۱) ما سال بھر میں دو دفعہ یعنی دسمبر ۳۱ اور جولائی یکم کو معدوم ہو جاتا ہے اور اس کی قیمت بڑی سے بڑی یعنی +، منہ اختتامِ مایج پر ہوتی ہے جو مثبت کیج گھٹنے گھٹنے ستمبر کے آخر میں کم سے کم قیمت یعنی - ۱۰ منٹ پہنچ جاتی ہے۔ (ملاحظہ ہو نقطہ وار خط شکل ۴۷)

(۲) ما سال بھر میں چار دفعہ یعنی انقلابوں اور اعتدالوں پر معدوم ہوتا ہے۔ اعتدال سے لیکر انقلاب تک ما منفی ہوتا ہے اور انقلاب سے اعتدال تک مثبت، نیز درمیانی مقامات کے لئے اس کی قیمت + ۱۰ منٹ سے - ۱۰ منٹ تک بدلتی رہتی ہے۔ (ملاحظہ ہو مسلسل منحنی شکل ۴۷)

(۳) ما اور ما۲ کا جبر یہ حاصل جمع کسی آن میں وقت کی مساوات کو تعبیر کرتا ہے (دیکھو منحنی شکل ۴۵)

بحیثیت مجموعی وقت کی مساوات سال میں چار بار صفر ہو جاتی ہے
۱۵۶ - ہم دیکھ چکے ہیں کہ وقت کی مساوات ما اور ما۲ کے جبر یہ حاصل جمع کے مساوی ہے اور عام کی بڑی سے بڑی قیمتیں

+ ۱۰ منٹ - ۱۰ منٹ + ۱۰ منٹ - ۱۰ منٹ

ہیں جو بالترتیب مہینوں

فروری مئی اگست نومبر

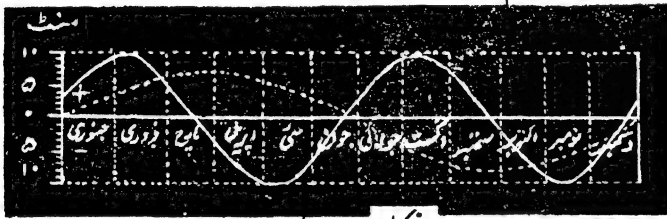
میں واقع ہوتی ہیں۔

اب چونکہ ما کی عددی قیمت کبھی + ۱۰ منٹ سے تجاوز نہیں کرتی اس لئے ظاہر ہے کہ اذیہ کے چاروں مہینوں میں وقت کی مساوات (ما + ما۲) کی علامت وہی ہونی چاہیئے جو ما کی ہے خواہ ما مثبت ہو یا منفی۔ اس سے فوراً یہ نتیجہ

نکلتا ہے کہ وقت کی مساوات کی علامت سال بھر میں کم از کم چار مرتبہ بدلتی ہے
یعنی $+$ $-$ $+$ $-$
اور اس لئے مثبت منفی ہونے میں یا منفی سے مثبت ہونے میں کم از کم چار بار صفر
ہوتی ہے۔

جن تاریخوں پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ تقریباً ۱۶ اپریل ۱۵
جون ۲۵ ستمبر اور ۲۵ دسمبر ہیں۔ اس کی بڑی سے بڑی مثبت قیمت یعنی ۱۴ منٹ
۲۸ سکند فروری ۱۱ کو ہوتی ہے اور زیادہ سے زیادہ منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱
سکند نومبر کو (ملاحظہ ہو شکل ۵ء کا منحنی)۔

۱۵ء۔ اب ہم تیسری طور پر دکھا سکتے ہیں کہ وقت کی مساوات سال بھر میں
کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز یہ کہ اس کی قیمت زیادہ سے زیادہ کب ہوتی ہے اور کن
موقعوں پر یہ بالکل معدوم ہو جاتی ہے۔

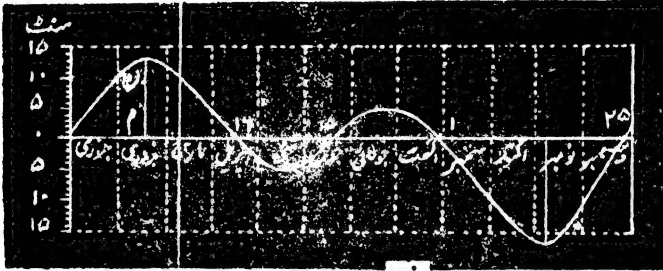


شکل (۵ء)

یہ منحنیاں وقت کی مساوات کے ہر دراجزہ کی ترکیب کی تبدیلیوں کو ظاہر کرتی ہیں۔
شکل ۴ء میں نقطہ دار منحنی اس جزو ترکیبی کو ظاہر کرتا ہے جو سورج کی غیر مساوی حرکت
پر مبنی ہے اور مسلسل منحنی اس جزو ترکیبی کو تعبیر کرتا ہے جو طریقی شمس کے میلان
پر مبنی ہے۔ شکل ۵ء میں ایک ہی منحنی ہے جو مذکورہ بالا دونوں منحنیوں کے
مجموعی اثر کو ظاہر کرتا ہے اور منحنی پر کے کسی نقطہ کے متناظر وقت کی مساوات
اس عمودی فاصلہ سے تعبیر ہوتی ہے جو نقطہ مذکور اور خط صفر کے مابین واقع ہے۔
مثلاً ن کے متناظر وقت کی مساوات ن م ہے۔ خط صفر کے نیچے کی طرف منحنی

۱۵۔ شکل ۵ء کے منحنی کو ملاحظہ کرنے سے ظاہر ہے کہ یہ چار بار سے زیادہ مرتبہ صفر نہیں ہوتی۔

کے سب حصے منفی قیمتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ جن اوقات پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ اُن لفظوں سے تعبیر ہوتے ہیں جہاں یہ منحنی خط صفر کو قطع کرتا ہے۔



شکل (۷۵)

صبح اور شام کے طول غیر مساوی ہوتے ہیں

۱۵۸۔ ایک دن کے اندر سورج کے میل میں جو تھوڑی سی تبدیلی واقع ہوتی ہے اگر اُس کو نظر انداز کیا جائے تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ طلوع آفتاب سے لیکر آفتاب کے نصف النہار پر پہنچنے (یعنی ظاہری ظہر تک) کی مدت ظاہری ظہر سے غروب آفتاب تک کی مدت کے مساوی ہوتی ہے لیکن اوسط ظہر اور ظاہری ظہر عموماً منطبق نہیں ہوتے اس لئے ہماری گھڑیوں کی رُو سے صبح اور شام کے طول مساوی نہیں رہتے بلکہ صبح طلوع آفتاب سے غروب آفتاب تک کی مدت کے نصف سے بقدر وقت کی مساوات کے کم (جبریمینوں میں) ہوتی ہے اور شام بقدر اسی مدت کے زیادہ (جبریمینوں میں) ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ صبح اور شام کے طولوں کا فرق ہمیشہ وقت کی مساوات کے دو چند کے مساوی ہوتا ہے پس (شام کا طول) - (صبح کا طول) = ۲ (وقت کی مساوات) انقلابِ سہرا کے فوراً بعد شام کا طول بڑھنا شروع ہوتا ہے لیکن صبح کا طول مہور گھٹنا جاتا ہے اسکی توجہ آسان ہے :- انقلاب پر ہونے کی وجہ سے سورج چند دنوں تک ساکن معلوم ہوتا ہے اس

۱۶ صبح سے مراد طلوع سے لیکر معمولی گھڑی میں ۱۲ بجے تک کی مدت اور شام سے مراد ۱۲ بجے سے لیکر غروب تک کی مدت

اس دوران میں ہم اس کے میل کو مستقل تصور کر سکتے ہیں اس لئے اس مثالیں ظاہری ظہر اور غروب آفتاب کی درمیانی مدت مستقل رہتی ہے لیکن اس موقع پر چونکہ وقت کی مساوات بڑھتی رہتی ہے (ملاحظہ ہو منحنی شکل ۷۵) اس لئے ہر روز اوسط ظہر ظاہری ظہر سے زیادہ پہلے واقع ہوتی ہے اس لئے اوسط ظہر سے غروب آفتاب تک کا وقت بڑھتا جاتا ہے اور شام کا طول زیادہ ہوتا جاتا ہے۔

اسی طرح یہ بھی بتایا جاسکتا ہے کہ طلوع آفتاب کا ظاہری وقت تو وہی رہتا ہے لیکن اوسط ظہر گھڑی کے لحاظ سے طلوع آفتاب ہر روز زیادہ دیر سے ہوتا ہے اس لئے صبح کا طول کم ہوتا جاتا ہے۔ مگر خیال رہے کہ اس کے ٹھوڑے ہی دنوں بعد سورج کے میل کے بڑھنے سے صبح اور شام دونوں بڑھنے لگتے ہیں:-

مثالیں

نوٹ - (Noon) ظہر

(A.M) قبل ظہر

(P.M) بعد ظہر

۱ - اوسط وقت = ۵ گھنٹے ۱۲ منٹ ۲۰ سکنڈ بعد ظہر اور وقت کی مساوات = ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ دونوں دئے ہوئے ہیں۔ ظاہری وقت معلوم کرو۔

جواب ۵ گھنٹے ۱۷ منٹ ۵ سکنڈ بعد ظہر

۲ - اگر نومبر ۳ کو جبکہ وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ ہو ظاہری وقت ۱۰ گھنٹے ۴ منٹ ۱۵ سکنڈ قبل ظہر ہو تو اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب ۹ گھنٹے ۷ منٹ ۴ سکنڈ قبل ظہر

۳ - سوالات (۱) اور (۲) میں ظاہری ظہر کا اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب (۱) ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ بعد ظہر

(۲) ۱۱ گھنٹے ۴ منٹ ۴ سکنڈ قبل ظہر

۴ - نومبر ۳ کو دھوپ گھڑی، معمولی گھڑی سے ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ تیز ہے۔ اگر طلوع آفتاب کا وقت ۶ گھنٹے ۷ منٹ قبل ظہر معلوم ہو تو غروب آفتاب کا وقت معلوم کرو۔

جواب ۴ گھنٹے ۳۰ منٹ ۸ سکنڈ بعد ظہر

- ۵۔ یہ معلوم ہے کہ کسی خاص دن طلوع آفتاب ۶ گھنٹے ۴۵ منٹ قبل ظہر اور غروب ۴ گھنٹے ۳۲ منٹ بعد ظہر کو ہوا اس سے وقت کی مساوات معلوم کرو۔
 جواب ۱۴۔ منٹ ۳۰ سکند
 ۶۔ سوال ۵ میں بتاؤ کہ صبح کا طولِ شام کے طول سے کتنا زیادہ ہے۔
 جواب ۳۳ منٹ

مقامی وقت

۱۵۹۔ چونکہ زمین اپنے محور پر مغرب سے مشرق کی طرف یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لئے ظاہر ہے کہ سطح زمین پر کوئی مقام جتنا زیادہ مشرق کی طرف واقع ہوگا، سو بچ مقام مذکور کے نصف اہل کو اتنا ہی جلدی ہوگا، اس لئے اس جگہ کا مقامی وقت زیادہ گزر چکا ہوگا۔

جس وقت کسی مقام پر ظہر کا وقت ہوتا ہے یعنی ۱۲ بجتے ہیں اس وقت مقام مذکور سے مشرق کی طرف ۵۰ فاصلہ کے مقام پر ابجے (بعد ظہر) کا وقت ہوتا ہے اور جو مقام ۹۵ کے فاصلہ پر مغرب کی طرف ہو وہاں ۱۱ بجے (قبل ظہر) کا وقت ہوتا ہے۔ کیونکہ

۹۵° طے ہوتے ہیں ۳ گھنٹوں میں
 ۱° گھنٹہ میں

دو مقامات ۱۰ اور ۵۰ کے طول بعد معلوم ہیں اور ان میں سے ایک مقام ۱۰ پر کا وقت معلوم ہے، دوسرے مقام ۵۰ پر کا وقت معلوم کرو۔
 قاعدہ۔ ان مقاموں کے جو طول ہیں ان کے فرق کو ۱۵ پر تقسیم کرو اس سے مقامی وقتوں کا فرق حاصل ہوگا۔ اس فرق کو مقام ۱۰ پر کے وقت معلوم میں سے تفریق کرو اگر مقام ۵۰ سے مغرب کی طرف ہو۔ اور جمع کرو اگر ۵۰ سے مشرق کی طرف ہو۔

مثال۔ جب لندن (طول ۵۰° مغرب) کا وقت ۳ بجے شام ہوتا ہے تو نیویارک (طول ۷۴° مغرب) میں کیا وقت ہوگا؟
 یہاں طول بلدوں کا فرق = ۲۴° = ۵۰

۱۵ پر تقسیم کرنے سے
ہر دو مقامات کے طول بلدوں کا فرق = ۳۴ گھنٹے ۳۱ منٹ ۲۰ سکنڈ
چونکہ نیویارک ڈیہی کے مغرب کی طرف ہے اس لئے وقت کم ہونا چاہیے پس ہم
۳۲ بجے شام میں سے یعنی ۱۵ گھنٹوں میں سے ۳ گھنٹے ۳۱ منٹ ۲۰ سکنڈ
تفریق کرتے ہیں۔

گھنٹے	منٹ	سکنڈ
۱۵	۰	۰
۳	۳۱	۲۰

نیویارک کا وقت = ۱۰ ۳۸ ۳۰ قبل ظہر
اگر ایک طول بلد شرقی ہو اور دوسرا غربی ہو تو ان کا بیزہ فرق ان طول بلدوں
کو جمع کرنے سے حاصل ہوگا۔

نوٹ۔ اسی طرح اگر دو مقاموں کے طول بلد معلوم ہوں اور ان میں سے ایک مقام پر کا
کوکبی وقت معلوم ہو تو دوسرے مقام پر کا کوکبی وقت معلوم ہو سکتا ہے کیونکہ زمین اپنے محور
کے گرد ۲۴ گھنٹوں میں گھومتی ہے اور اس لئے ثابت ستاروں کے لحاظ
سے ۱۵ ایک کوکبی گھنٹے کے مساوی ہوتے ہیں۔

اوسط وقت کی کسی دی ہوئی مدت کو کوکبی وقت میں تحویل کرنا اور اس کا معکوس عمل
۱۶۰۔ ایک سال میں ۳۶۵ اوسط شمسی یوم ہوتے ہیں اور ۳۶۶ کوکبی یوم ہوتے ہیں کیونکہ طریق شمس پر سال بھر میں ایک گردش پوری کرنے کی وجہ سے
سورج کی یومیہ گردشوں کی تعداد ثابت ستاروں کے مقابلہ میں ایک کم ہوتی ہے۔

$$\therefore \frac{365}{366} \text{ اوسط شمسی یوم} = \frac{1}{366} \text{ کوکبی یوم}$$

اس لئے اگر اوسط وقت کی کوئی مدت ہو اور کوکبی وقت کی متناسبت ک ہو تو

اگر م معلوم ہو تو اس متناسب سے ک کی قیمت نکل سکتی
ہے۔ اور برعکس اس کے۔

اُس تبدیلی کو جو اس صعودِ مستقیم کے اندر اوسط شمسی گھنٹوں میں پیدا ہوئی ہے جمع کر دو۔ حاصل جمع کو کوکبی اکائیوں میں اوسط شمس کے صعودِ مستقیم کو تعبیر کرتا ہے۔ اگر ہم اس صحیحہ صعودِ مستقیم میں (جو کوکبی اکائیوں میں بیان ہو) اوسط وقت کو (جو اوسط اکائیوں میں بیان ہو) جمع کریں تو ہمیں آٹا مذکور پر کوکبی وقت (کوکبی اکائیوں میں) حاصل ہوگا۔ اس کلیہ کو حسب ذیل طریقہ سے مختصر بھی کر سکتے ہیں:-

$$\text{ضابطہ ک} = \text{ط} + \text{ص} + \text{ط} \left(1 - \frac{366 \frac{1}{4}}{365 \frac{1}{4}} \right)$$

$$\text{بعد از اختصار ک} = \text{ط} \times \frac{366 \frac{1}{4}}{365 \frac{1}{4}} + \text{ص} \text{ ہو جاتا ہے۔}$$

پس کلیہ مذکور بالا اس طرح لکھا جاسکتا ہے :-
قاعدہ ۲۔ اوسط وقت کو کوکبی اکائیوں میں تحويل کر دو اور جواب کو اوسط شمس کے وقت ظہر کے صعودِ مستقیم میں (جو کوکبی اکائیوں کی رمتوں میں بیان ہو) جمع کر دو حاصل جمع (کوکبی اکائیوں میں) مطلوبہ کوکبی وقت ہوگا۔
مثال۔ یہ دیا ہوا ہے کہ بوقت اوسط ظہر جب اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۱۶ گھنٹے ۳۳ منٹ ۹ سکند ہو تو اوسط وقت ۳ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵ سکند بعد ظہر ہے۔ کوکبی وقت معلوم کرو۔

پہلا طریقہ کلیہ اول کے مطابق

$$\text{کوکبی وقت} = \text{اوسط وقت} + \text{اوسط شمس کا صعودِ مستقیم}$$

$$\begin{array}{r} \text{گھنٹے} \quad \text{منٹ} \quad \text{سکند} \\ 16 \quad - \quad 33 \quad - \quad 9 \\ 3 \quad - \quad 20 \quad - \quad 5 \\ \hline 19 \quad - \quad 53 \quad - \quad 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{اوسط وقت} \\ 3 \quad - \quad 20 \quad - \quad 5 \\ \hline 19 \quad - \quad 53 \quad - \quad 14 \end{array} = \text{کوکبی وقت}$$

دوسرا طریقہ کلیہ دوم کی رو سے	گھنٹے	منٹ	سکنڈ
اوسط وقت	۳ =	۲۰	۵۰
اوسط وقت بعد تحویل کوکبی اکائیوں میں	۳ =	۲۱	۲۳
اوسط شمس کا صعود مستقیم بوقت ظہر	۱۶ =	۳۲	۹
کوکبی وقت	۱۹ =	۵۳	۳۲

کسی نصف النہار (ضروری نہیں کہ یہ نصف النہار گریٰ نچ کا نصف النہار ہو) کے کوکبی وقت کی اوسط شمسی وقت میں تبدیلی اور اس کا برعکس عمل۔
۱۶۲۔ چونکہ بحری جہت میں اوسط ظہر کے وقت اور شمس کا صعود مستقیم صرف گریٰ نچ کے لئے مندرج ہوتا ہے اس لئے کسی اور نصف النہار کے لئے ہمیں حسب ذیل عمل کرنا پڑیگا۔

قاعدہ۔ دئے ہوئے وقت کو خواہ وہ کوکبی ہو یا اوسط شمسی گریٰ نچ کے وقت میں (حسب دفعہ ۱۵۹) تحویل کرو۔ پھر اوسط شمس کے وقت ظہر کا صعود مستقیم معلوم کر کے گریٰ نچ کا کوکبی وقت بموجب طریقہ مصرعہ بالا اوسط شمسی وقت میں تحویل کیا جاسکتا ہے یا اس کے برعکس عمل ہو سکتا ہے اور نتیجہ مکرر دئے ہوئے مقام۔ یہ نصف النہار کے لحاظ سے تحویل کیا جاتا ہے۔

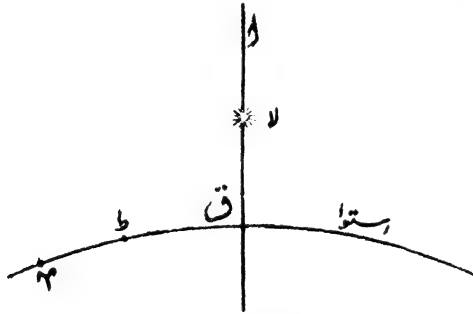
مثال۔ اگر ۱۲ بجے ظہر کو گریٰ نچ میں اوسط شمس کا صعود مستقیم ۱۰ گھنٹے ہو تو معلوم کرو کہ ۶۰° مغرب طول بلد کے ایک مقام پر معمولی گھڑی میں اسی دن کیا وقت ہوگا جبکہ ہفتی گھڑی میں ۱۴ گھنٹے کا وقت ہو۔ (ڈیڑھ گھنٹے کا ۱۸۹۳)

یہاں مقامی کوکبی وقت = ۱۴ کوکبی گھنٹے
گریٰ نچ کا کوکبی وقت = ۱۴ + ۱۰ = ۲۴ کوکبی گھنٹے
لیکن اوسط وقت = کوکبی وقت - اوسط شمس کا صعود مستقیم
۱۸ = ۱۰ - ۸ کوکبی گھنٹے

لیکن ۸ کوکبی گھنٹے = ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۱ سکنڈ اوسط وقت (دفعہ ۱۶)
گریٰ نچ کا اوسط وقت = ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۱ سکنڈ بعد ظہر
لیکن گریٰ نچ اور مقامی اوسط وقتوں کا فرق = ۴ اوسط شمسی گھنٹے

نقشہ مقامی اوسط وقت = ۳ گھنٹے ۵۸ منٹ ۱۴ سکنڈ بعد ظہر۔
یہ معلوم کرنا کہ کوئی ستارہ نصف النہار کو کس وقت عبور کرے گا
۱۴۳ - فرض کرو کہ نصف النہار ۱ ق پر ایک ستارہ کو تعبیر کرتا ہے -
(ملاحظہ ہو شکل ۷۷) اور ط اوسط شمس ہے۔ اس لئے

$$\begin{aligned} ۳ ق &= \text{ستارہ کا صعود مستقیم} \\ ۲ ط &= \text{اوسط شمس کا صعود مستقیم} \\ ۳ ق &= \text{ستارہ کے مرور کا اوسط وقت (قوس میں)} \\ \text{لیکن } ۳ ق - ۲ ط &= ۱ ق \end{aligned}$$



نقشہ (۷۷)

اس لئے ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے جس میں سب مقادیر قوس میں بیان کی گئی ہیں :-

مرور کا اوسط وقت = ستارہ کا صعود مستقیم - اوسط شمس کا صعود مستقیم -
مثال - بتاؤ کہ ستارہ (ع) عقاب کس وقت گریج کے نصف النہار کو
عبور کرے گا؟ یہ معلوم ہے کہ ستارہ کا صعود مستقیم ۱۹ گھنٹے ۳۳ منٹ ۵۱ سکنڈ
ہے اور گریج پر اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم ۶ گھنٹے ۳۰ منٹ
۱۹ گھنٹے ۳۳ منٹ ۵۱ سکنڈ

ستارہ کا صعود مستقیم = ۱۹	۳۳	۵۱
اوسط شمس کا صعود مستقیم = ۶	۳۰	

مرور کا اوسط وقت = ۱۹ گھنٹے ۳۷ منٹ ۱۱ سکنڈ (کوچی اکائیوں میں)
 ۱۹ گھنٹے ۳۷ منٹ ۱۱ سکنڈ کو اوسط وقت میں تحويل کرنے سے (موجب دفعہ ۱۶)
 ہمیں حاصل ہوتا ہے :-
 مرور کا اوسط وقت = ۱۹ گھنٹے ۳۳ منٹ ۵۸ سکنڈ (بعد اوسط دوپہر)
 ۱۹ گھنٹے ۳۳ منٹ ۵۸ سکنڈ (قبل دوپہر)

نوٹ - جب مرور گری برج کے نصف النہار پر واقع نہ ہو بلکہ کسی اور نصف النہار پر واقع ہو تو گری برج اور موخر الذکر مقام کے طول بلدوں کے تفاوت کے لحاظ سے اوسط کے مقام میں جو تبدیلی ہوتی ہے اُس کے لئے مناسب تصحیح کرینی چاہیے۔ یہ تصحیح موجب دفعہ ۱۶ عمل میں آتی ہے۔

اعتدالی وقت

۱۶۳ - ظاہری وقت، اوسط شمسی وقت اور کوچی وقت کے علاوہ ایک اور قسم کا وقت بھی کبھی کبھی استعمال میں آتا ہے اور یہ وقت سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے غیر تابع ہے۔

کسی آن پر اعتدالی وقت سے وہ مدت مراد ہوتی ہے جو کہ مشقۃ اعتدال برج سے آن مذکور تک گزری ہو اور جو شمسی دن، گھنٹوں وغیرہ میں ناپی جائے۔

تقویم

۱۶۵ - دیوانی سال میں ایام کی ایک صحیح تعداد ہوتی ہے یعنی ۳۶۵ لیکن سورج کو طریقی شمس پر ایک پوری حرکت کی تکمیل میں تقریباً ۳۶۵ یوم لگتے ہیں ایک اعتدالِ ربیع سے بعد کے اعتدالِ ربیع تک کی محکم مدت ۳۶۵ یوم ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۰ سکنڈ ہے۔ اس مدت کو شمسی سال کہتے ہیں کوچی سال یعنی وہ مدت جو سورج کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے اسی مقام پر آنے میں صرف ہوتی ہے وہ بوجہ اعتدالوں کے استقبال کے شمسی سال سے قدرے زیادہ ہوتی ہے۔

ظاہر ہے کہ دیوانی سال کو ۳۶۵ یوم کے مساوی لینے سے بمقابلہ سال شمسی کے ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۰ سکنڈ کی خطا واقع ہوتی ہے جو چار سال میں ۲۳ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲ سکنڈ یعنی تقریباً ایک یوم کے مساوی ہو جاتی ہے۔ اگر اس

خطا کی تصحیح نہ کی جائے تو صرف اس کا نتیجہ ہوگا کہ اعتدالوں اور انقلابوں کی تاریخیں ہر چار سال کی مدت میں ایک یوم بعد واقع ہوں گی۔

۱۶۶۔ دیوانی سال کے طول کو خمسہ سال کے طول کے قریب لانے کے متعلق پہلی باقاعدہ کوشش جولین سیزر کے عہد میں عمل میں آئی اور یہ طے کیا گیا کہ ہر چوتھے سال میں ایک دن ایذا کر دیا جائے یعنی چوتھے سال میں ۳۶۶ یوم ہوا کریں۔ اس قسم کے سال کو لیب سال کہتے ہیں۔ اور جو سنیں کہ ۴ پر پورے تقسیم ہو جاتے ہیں ان کو لیب سال مانا گیا ہے مثلاً ۸۸۸، ۸۹۲ وغیرہ۔

اس بنا پر جو تقویم نیا رکھی گئی ہے اسے تقویم رومی کہتے ہیں۔ تقویم رومی کی رو سے چار سال میں ایک یوم کی تصحیح کر لی جاتی ہے لیکن ایک یوم یعنی ۲۴ گھنٹے ۲۳ گھنٹے ۵۸ منٹ ۲۵ سکنڈ سے بقدر تقریباً ۴۵ منٹ کے زیادہ ہے۔ اس لئے لیب سال کی بنا پر تصحیح کرنے سے ایک اور مقابلہ چھوٹی خطا جو ۴ سال میں ۴۵ منٹ کے برابر یا بالواسطہ ۱۱ منٹ فی سال کے مساوی ہے پیدا ہوتی ہے یہ خطا ۴۰۰ سال میں تقریباً ۴ دن کے مساوی ہو جاتی ہے۔

بنیاد علیہ تقویم رومی میں پایا ہے غریغوری (۱۳) نے ۱۵۸۲ء میں مزید تصحیح کی جس کو تصحیح غریغوری کہتے ہیں، اس کی رو سے ہر سنہ جو محض ۱۰۰ کا ضعف ہو مثلاً ۱۶۰۰، ۱۸۰۰، ۱۹۰۰ اور جو تقویم رومی کے مطابق لیب سال ہوتا ہے، معمولی سنہ تصور کیا جاتا ہے لیکن وہ سنہ جو ۴۰۰ پر پورا تقسیم ہو جائے مثلاً ۲۰۰۰، ۲۴۰۰ وغیرہ وغیرہ لیب سال شمار کیا جاتا ہے ظاہر ہے کہ اس طریقہ عمل سے ۴۰۰ سال میں ۳ دن کی مندرجہ بالا غلطی کا اسناد ہو جاتا ہے۔

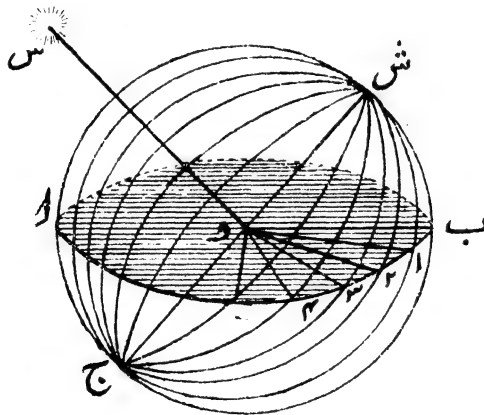
تصحیح غریغوری کے نفاذ کے بعد بھی نہایت خفیف سی خطا موجود رہتی ہے لیکن یہ اس قدر چھوٹی ہے کہ ۲۰ ہزار سال میں ایک دن سے تجاوز نہیں کرتی۔ غریغوری کی تصحیح انگلستان میں ۱۵۸۲ء سے قبل تسلیم نہیں کی گئی۔ اس وقت مرمرہ تقویم کے لحاظ سے مجموعی خطا ۱۱ یوم تک پہنچ چکی تھی۔

اس لئے اس سال ۱۱ یوم چھوڑ کر ۲ ستمبر کو ۱۳ ستمبر محسوب کر لیا گیا۔ روس میں ابھی تک تقویم رومی ہی رائج ہے اور وہاں کی تاریخیں باقی یورپ

کی تاریخوں سے ۱۳ یوم پیچھے ہیں۔
دھوپ گھڑی

۱۶۷۔ دھوپ گھڑی میں ظاہری وقت دھات کی ایک ایسی سلاخ کے سایہ سے معلوم ہوتا ہے جو افقی سطح مستوی پر گڑھی ہوتی ہے۔ اس سلاخ کو دھوپ گھڑی کا عقرب یا میل کہتے ہیں۔ اس میل کا رخ قطب مساوی کی طرف ہوتا ہے۔ اس لئے یہ افقی ڈائل کے ساتھ اس مقام کے عرض بلد کے مساوی زاویہ بناتا ہے۔

جس اصول پر دھوپ گھڑی بنائی گئی ہے وہ بطریق ذیل آسانی سے سمجھ میں آسکتا ہے:- فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کرہ کے مرکز پر کھڑا ہے (شکل ۷۸) اور وہ قطب مساوی کی سمت ہے۔ اب اگر ش اور ج میں سے ۱۲ مساوی الفاصل کبیرہ اثرے کھینچے جائیں تو سورج اس اپنی یومیہ گردش میں ہر گھنٹے کے اختتام پر ان دائروں میں سے ایک نہ ایک کی سطح مستوی میں ہوگا اور چونکہ میل و ش کی سمت میں ایستادہ کی گئی ہے



شکل (۷۸)

اس لئے اس کا سایہ ہر گھنٹے کے بعد عددوں ۱، ۲، ۳، وغیرہ پر جو افقی دائرہ 'ا' ب کے ساتھ ساعتی دائروں کے نقاط تقاطع کو بتدیر کرتے ہیں منطبق ہوگا۔ اس لئے افقی دھوپ گھڑی کی درجہ بندی ان نقاط تقاطع کے درمیانی

فاصلوں کے متناسب فاصلوں پر کی جاتی ہے لہذا ڈائل پر کے یہ نشانات جو گھنٹوں کو تعبیر کرتے ہیں وہ عام طور پر ایک دوسرے سے مساوی فاصلوں پر نہیں ہوتے کیونکہ یہ متساوی الفاصل اس صورت میں ہوتے جبکہ ڈائل کی سطح مستوی مش ج پر عمود ہوتی۔ مگر قطب مساوی مش پر کے ۲۴ ساعتی زاویے سب کے سب باہم مساوی نہیں ہوتے بعض دھوپ گھڑیاں اس طرح بنائی جاتی ہیں کہ ان کے ڈائل بجائے افقی ہونے کے انتہائی ہوتے ہیں۔ اس صورت میں درجہ بندیاں ایک انتہائی دائرے کے نقاط تقاطع کے مطابق ہوتی ہیں جس کا مرکز وہ ہوتا ہے اور ساعتی زاویے مش اور ج میں سے گزرتے ہیں۔

مثالیں

۱۔ طلوع وغروب شمس کے اوقات یکم نومبر کو بالترتیب ۶ گھنٹے ۵۶ منٹ اور ۳ گھنٹے ۳۲ منٹ ہیں۔ وقت کی مساوات کی تقریبی قیمت معلوم کرو۔

جواب ۱۶ منٹ

۲۔ گری بیج کے نصف النہار کے لئے ۲۶ گھنٹے ۲۶ منٹ اسکند کو کبھی وقت کو اوسط شمسی وقت میں تحويل کرو، معلوم ہے کہ اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم ۴ گھنٹے ۳۴ منٹ ۱۷ اسکند ہے۔

جواب

۳۔ سوال ۳ میں ۲ گھنٹے ۲۶ منٹ ۱۲ اسکند اوسط شمسی وقت کو اسی نصف النہار کے لئے کو کبھی وقت میں تحويل کرو۔

جواب

۴۔ نیدرلینڈ طول بلد ۵۲° ۱۰' غرب میں ۲۵ اگست ۱۹۳۷ء کو ۶ گھنٹے ۳۳ منٹ ۳۳ اسکند اوسط شمسی وقت پر ایک مشاہدہ کیا گیا ہے۔ اس وقت کا کو کبھی وقت معلوم کرو جبکہ بحری جہزی کی روستے یہ معلوم ہے کہ پاریس مذکور پر گری بیج میں اوسط شمس کا کو کبھی وقت (ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم ۱۰ گھنٹے ۱۵ منٹ ۵۴ اسکند ہے۔

جواب

۱۶ گھنٹے ۲۰ منٹ ۳۴ اسکند

۵۔ - مریخ اپنے محور کے گرد ۲ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک چکر لگاتا ہے اور سورج کے گرد ۶۸۶ یوم میں۔ بتاؤ کہ مریخ پر اوسط شمسی یوم کو کبھی یوم سے کتنا زیادہ ہوتا ہے؟ جواب ۲ منٹ ۹ سکنڈ

۶۔ - ۲۵ نومبر ۱۹۳۷ء کو حقیقی ظہر کے وقت شمس حقیقی کا صعودِ مستقیم معلوم کرو جبکہ ۱۹۳۷ء کی بھری جتہری کی رُو سے یہ معلوم ہے کہ

۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت وقت کی مساوات = - ۱۲ منٹ ۵ سکنڈ

۲ ستمبر کو اوسط شمس کا کو کبھی وقت = ۱۰ گھنٹے ۴۷ منٹ ۲۶ سکنڈ

یہاں ۲ ستمبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۰ گھنٹے ۴۷ منٹ ۲۶ سکنڈ

لیکن ۲ ستمبر سے ۲۵ نومبر تک صعودِ مستقیم میں اضافہ = $۲۲ \times \frac{۸۴}{۳۶۵} = ۵$ گھنٹے

۳۱ منٹ ۱۰ سکنڈ۔

۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۶ سکنڈ

لیکن ۲ منٹ ۵ سکنڈ میں صعودِ مستقیم کی تبدیلی = ۲ سکنڈ۔

لیکن شمس حقیقی کا صعودِ مستقیم شمس اوسط کا صعودِ مستقیم = وقت کی مساوات

شمس حقیقی کا صعودِ مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۶ سکنڈ - ۱۲ منٹ ۲۶ سکنڈ

۴۔ - (۱) طرّاقِ شمس کے میلان کی بنا پر وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی

قیمت ۱۰ منٹ ہے اور مدارِ ارض کے خروج المہرکز کی بنا پر اس کی بڑی سے بڑی

۵ منٹ ہے۔ ثابت کرو کہ وقت کی مساوات سال بھر میں چار مرتبہ معدوم

ہو جاتی ہے۔

(۲) اگر ان بڑی سے بڑی قیمتوں کو الٹ دیا جائے تو یہ سال بھر میں کتنی مرتبہ

معدوم ہو جائیں گی؟

جواب (۱) دیکھو دفعہ ۱۵۶

(۲) دو مرتبہ

۸۔ - جب مدراس طول بلد ۸۰° ۱۴' ۹" شرق میں ۶ ستمبر ۱۹۳۷ء کو ظاہری

وقت ۸ بجے شام ہو تو بتاؤ کہ مدراس میں اس وقت اوسط شمسی وقت کیا ہوگا۔

۱۸۹۳ء کی بحری جہتری سے یہ معلوم ہے کہ

گہری بچ پُر بوقت اوسط ظہر

۶ ستمبر کو وقت کی مساوات = ۱ منٹ ۲۲ و ۵۲ سکنڈ

۷ ستمبر کو وقت کی مساوات = ۲ منٹ ۲۲ و ۱۲ سکنڈ

جواب ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۵۵ سکنڈ

۹ - ڈبلن کا طول بلد ۵۴° غرب ہے اور پیرس کا ۲° ۲۰ شرق - بتاؤ

کہ جب ڈبلن میں ۳۰ - بجے قبل ظہر کا وقت ہوگا تو پیرس میں کیا وقت ہوگا -

جواب ۱۲ گھنٹے ۶ منٹ

۱۰ - پلکوا (Pulkowa) کا طول بلد ۱۹° ۱۹ شرق ہے اور نیویارک کا ۷۴° ۲۰ غرب ہے -

جب پلکوا میں ۳۰ - بجے شام کا وقت ہو تو بتاؤ کہ نیویارک میں کیا وقت ہوگا -

جواب ۸ گھنٹے ۳۲ منٹ ۷ سکنڈ صبح

بارہواں باب

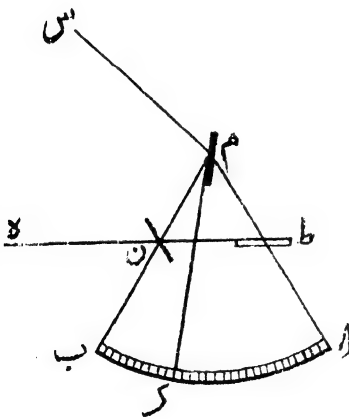
جہاز رانی کے متعلق

۱۶۸ - اجرام فلکی کو مشاہدہ کرنے سے ہم زمین پر کے کسی مقام یا سمندر میں کسی جہاز کے طول بلد اور عرض بلد معلوم کر سکتے ہیں - لیکن جو آلات ثابت رصد خانہ میں استعمال ہوتے ہیں وہ سمندر میں جہاز کی حرکت کی وجہ سے قطعاً کام نہیں دیتے اسی وجہ سے وہ مصنوعی آفتی جسے ہم سطح زمین پر استعمال کرتے ہیں (یعنی پارے کے ایک برتن کے اندر پارے کی سطح) وہ بھی سمندر پر مستقل طور پر متوازی الانقی نہیں رہ سکتا - اس قسم کے مشاہدات مثلاً کسی جرم سماوی کے ارتقاع کی پائش یا دو اجرام کے زائیدی فاصلہ کی تعیین وغیرہ کے لئے ہمیں ایک ایسے آلہ کی ضرورت ہے جس کے

ذریعے ہر دو اجرام کو ایک ساتھ مشاہدہ کرنے سے پیمائش ممکن ہو سکے اور ہر دو اجرام کو جدا گانہ مشاہدہ کرنے کے لئے بار بار تسوئیہ آلہ کی ضرورت پیش نہ آئے کیونکہ ہر دو اجرام فعل کے نتائج جہاز کی حرکت کی وجہ سے قابل اطمینان نہیں ہو سکتے۔ ایسی پیمائشیں جن پر جہاز کی حرکت کا اثر نہیں ہوتا ہیڈلے کے آلہ سدس (سکسٹنٹ) نامی مدد سے حاصل ہو سکتی ہیں۔

ہیڈلے کا سکسٹنٹ (آئینہ سدس)

۱۶۹۔ یہ آلہ ایک ثابتہ قالب پر مشتمل ہوتا ہے جس میں شکل (۷۹) ایک درجہ دار قوس AB اور دو ثابتہ ساقین AM اور BM ہوتی ہیں جہاں M قوس AB والے دائرے کا مرکز ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور متحرک ساق مرکز M کے گرد گردش کرتی ہے جس کا دوسرا سر A کا درجہ دار قوس AB پر حرکت کرتا ہے۔ اس متحرک ساق کے ساتھ M پر ایک چھوٹا آئینہ لگا ہوتا ہے جسکو نمایندہ آئینہ کہتے ہیں۔ یہ آئینہ ساق کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے اور اس کی سطح مستوی آئینہ مذکور کی سطح مستوی پر علی القواہم ہوتی ہے۔ آلہ کی مذکور بالا ثابتہ ساقوں میں سے ایک ساق BM پر ایک اور ثابتہ آئینہ N لگا ہوتا ہے جسکو آئینہ اخفیق کہتے ہیں۔ اس آئینہ کی سطح مستوی دوسری ثابتہ ساق AM کے متوازی ہوتی ہے اور بناء علیہ جب متحرک ساق کہ ہم، AM پر منطبق ہوتی ہے تو دونوں آئینے متوازی ہوتے ہیں یعنی ان کا زاویہ میلان صفر ہوتا ہے اس وجہ سے درجہ دار قوس کا نقطہ A پیمانہ کا نقطہ صفر ہوتا ہے۔



شکل (۷۹)

آئینہ اخفیق کا نصف حصہ مفقوض ہوتا ہے اور قبضہ نصف غیر مفقوض اور اس لئے شفاف

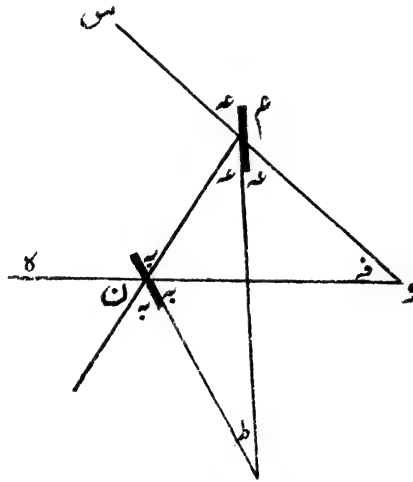
ہوتا ہے، نیز ایک چھوٹی سی دُور بین طساق م ل پر لگی ہوتی ہے اور اس کا رُخ آئینہ افق کی طرف ہوتا ہے۔

۱۷۔ اب ہم یہ دیکھتے ہیں کہ اس آلہ کی مدد سے دو اشیا مثلاً مں اور لا کا زاویہ فاصلہ کس طرح پایا جاسکتا ہے۔ آلہ مذکور کو اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کی سطح مستوی ان دو اشیا میں سے گزرتی ہے، پھر اس کی وضع کو ٹھیک کیا جاتا ہے کہ اشیا نے مذکورہ میں سے ایک شے مثلاً لا آئینہ ن کے غیر مقضض نصف حصہ میں سے دکھائی دے۔ اب آئینہ م ساق ک م کے ذریعہ دکھایا جاتا ہے حتیٰ کہ اس کا خیال لا کے خیال پر منطبق ہو جائے۔ اس صورت میں مں کی شعاعیں دو مرتبہ منعکس ہوتی ہیں، پہلے نمائندہ آئینہ سے اور پھر آئینہ افق سے یعنی فی الجملہ خطوط مں م ن ط کی سمت میں۔ مں اور لا کے خیالوں کے منطبق ہو جانے کے بعد طساق ک م کو جڑوایا جاتا ہے اور ک پر کے ایک کسریہ کی مدد سے قوس لک کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس قرائت کا دو چند اشیا کے مطلوبہ زاویہ فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے۔ عام طور پر نصف درجوں کو پورے درجے سمجھ کر ان کی درجہ بندی کی ہوتی ہے، اس صورت میں کسریہ کی قرائت ہی سے (اس کو دگنا کئے بغیر) مطلوبہ فاصلہ فوراً معلوم ہو جاتا ہے۔

قوس لک صریحاً آئینوں کے درمیانی زاویہ کا ناپ ہے کیونکہ یہ قوس ل م اور م پر کے آئینہ کے درمیانی زاویہ کو تعبیر کرتی ہے اور ل م، ن پر کے آئینے کے متوازی ہے۔

۱۸۔ ہیڈلے کا آلہ سُدس جس اصول پر بنایا گیا ہے وہ یہ ہے کہ دو دُور دُور کے اجسام مثلاً مں اور لا کا درمیانی فاصلہ اُس وقت جبکہ مں کا خیال دُہرے انعکاس کے بعد لا کے خیال پر منطبق ہو جائے آئینوں کی سطح مستوی کے درمیانی زاویہ کا دو چند ہوتا ہے۔ یہ امر حسب ذیل طریق پر ثابت ہو سکتا ہے:- شعاع مں م (شکل ۸۰) آئینہ م سے سمت م ن میں اس طرح منعکس ہوتی ہے کہ شعاع واقع اور شعاع منعکس م کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہیں۔ فرض کرو کہ ان زاویوں میں سے ہر ایک زاویہ ع کے مساوی ہے۔

نیز شعاع م ن آئینہ افق سے و لا کی سمت میں منعکس ہوتی ہے (کیونکہ دونوں خیال منطبق ہیں)۔ فرض کرو کہ آئینہ ن کے ساتھ جو زاویے بنتے ہیں ان میں سے ہر ایک زاویہ ۲۰ ہے۔ اب (اقلیدس م ۱ ش ۳۲ کی رو سے)
خارجی زاویہ ۲۰ بہ ۲۰ = ۴۰ + ۴۰ (شکل ۸۰)



شکل (۸۰)

$$\therefore \text{فہ} = ۲۰ - ۲۰ = ۰ \text{ (بہ - عہ)}$$

اسی وجہ سے

$$\text{بہ} = \text{عہ} + \text{طہ}$$

$$\therefore \text{طہ} = \text{بہ} - \text{عہ}$$

$$\therefore \text{فہ} = ۲۰ - \text{طہ}$$

لیکن فہ مقام و سے مشاہدہ کرنے پر س اور لا کا زاویہ فاصلہ ہے اور طہ آئینوں کی سطحوں کا درمیانی زاویہ ہے۔ پس نتیجہ مطلوب ثابت ہوا۔
۱۷۲۔ ہیڈ لے کا شمس خاص طور پر سورج کے ارتفاع کو ناپنے میں کام آتا ہے۔ مشاہدہ کنندہ آلہ کو انتصافاً رکھتا ہے اور آئینہ افق کے غیر منقضض حصہ میں سے افق کے اُس حصہ کو مشاہدہ کرتا ہے جو سورج کے عین نیچے ہے، اب

وہ متحرک ساق کو اور بناؤ علیاس کے ساتھ نمایندہ آئینہ کو پھرتا ہے حتیٰ کہ سورج کے خیال کا پخلا کنارہ افق سے عین مس کرتا ہے۔ اس محل میں کسریہ کی قزاق سے انعطاف، افق کے انحناء اور دیگر خطوں کی صحیح کریمینے کے بعد سورج کے پخلے حصہ کا ارتفاع تعیین ہوتا ہے۔ اب سورج کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لئے اس قزاق میں سورج کے نصف قطر کو جمع کرنا پڑے گا۔

اس آلہ کو سڈس اس لئے کہتے ہیں کہ قوس اب بالعموم ۹۰ کے مساوی ہوتی ہے۔ لہذا اس آلہ سے ۱۲۰ تک کے سب زاویئی فاصلے ناپے جا سکتے ہیں۔

وقت پیم

۱۷۳۔ ہر جہاز میں ایک یا زیادہ گھڑیاں ہوتی ہیں جو غایت درجہ صحت کے ساتھ بنائی ہوئی ہوتی ہیں۔ ان گھڑیوں کو وقت پیم کہتے ہیں۔ ان کو بندرگاہ سے روانہ ہونے کے وقت گری بج کے وقت کے ساتھ ملا لیا جاتا ہے چونکہ دوران سیاحت میں گری بج کے وقت کا معلوم ہونا بدرجہ اتم ضروری ہے اس لئے یہ نہایت لازمی ہے کہ ان وقت پیموں کی رفتار حتیٰ الامکان یکساں رہے۔ اس کی ضرورت نہیں کہ ان کا وقت ہمیشہ صحیح ہو لیکن یہ نہایت ضروری ہے کہ روز بروز ان کی تیزی یا سستی بالکل یکساں رہے، تاکہ اس بشرح کے معلوم ہونے پر وقت پیم کو درست کرنے کے وقت سے مجموعی خطا کا لحاظ کرتے ہوئے اٹھیک گری بج کا وقت معلوم ہو سکے۔

۱۷۴۔ وقت پیم معمولی گھڑیوں سے دو امور میں اختلاف رکھتے ہیں :-

(۱) میزان کی چرخ کی خاص ساخت کے لحاظ سے جو اس طرح بنائی جاتی ہے کہ پیش کی تبدیلی کا اس پر اثر نہیں ہوتا (۲) منفک منظم کے لحاظ سے۔ اگر میزان کی چرخ دھات کے ایک ہی ٹکڑے سے بنا ہوا مکمل دائرہ ہو تو ظاہر ہے کہ پیش کے اصناف سے یہ پھیل جائے گی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ امتزاز کی مدت بڑھ جائیگی اور گھڑی سست ہو جائے گی۔ اس امر کے انسداد کے لئے چرخ کا محیط مسلسل ہونے کی بجائے تین ایسے جدا جدا قوسوں پر مشتمل ہوتا ہے جن میں ہر ایک قوس کا

بیرونی حصہ پیتل اور اندرونی حصہ فولاد کا بنا ہوتا ہے جب تپش بڑھتی ہے تو پیتل فولاد کی نسبت زیادہ پھیلتا ہے اور اپنی قوس کے سروں کو اندر کی طرف مرکز کی سمت میں دباتا ہے۔ نیز تپش کی وجہ سے قوس کے اڑے بھی پھیلتے ہیں۔ اور قوس کے سروں کو باہر کی طرف ڈھکیلتے ہیں اس طرح سے قوس اور اڑے کا پھیلاؤ ایک دوسرے کی تردید کرتا ہے۔ علاوہ ازیں ہر ایک قوس میں چھوٹے چھوٹے پیچ لگے ہوتے ہیں تاکہ ان کے وزن سے قوس حسب ضرورت ٹھیک وضع میں بھی جاتے۔ متناک منتظم میں اس قسم کا انتظام ہوتا ہے کہ حرکت کو جاری رکھنے والی بڑی کمائی کا عمل اہتراز کے ایک خاص حصہ تک معطل رہتا ہے اور میزان کی چسبھی کی مساوی الوقت حرکت میں بیرونی اثرات خل نہیں ہو سکتے۔

سمندر میں عرض بلد کی تخمین نصف النہاری مشاہدات
۵۷۔ ا۔ پہلا طریقہ۔ سمندر میں جہاز کے مقام کا عرض بلد س کے ذریعے سورج کے نصف النہاری ارتفاع کی پیمائش کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے۔ مشاہدات ظاہری ظہر سے کچھ دیر قبل شروع کئے جاتے ہیں اور ارتفاع مذکور بار بار ناپا جاتا ہے حتیٰ کہ اس کا بڑھنا موقوف ہو جاتا ہے اس طرح بڑے سے بڑا یعنی نصف النہاری ارتفاع معلوم ہو جاتا ہے۔ نیز ہر روز کے لئے گریج میں ظہر کے وقت سورج کا میل اور فی گھنٹہ اس کی تبدیلی کی شرح بحری جہت میں مندرج ہوتے ہیں۔ جہاز کے وقت پیمائش گریج کا وقت معلوم کرائے ہیں۔ پس گریج کے ظہر اور مقامی ظہر کے درمیانی وقفہ کے لحاظ سے سورج کے میل کی تبدیلی دریافت کر لی جاتی ہے اور پھر ان مذکور میں سورج کا جو صحیح میل ہو معلوم کر لیا جاتا ہے۔ بعد ازیں عرض بلد ذیل کے ضابطہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔

عرض انعام \pm میل = نصف النہاری ارتفاع و فاصلہ

ہمارے عرض بلدوں میں مثبت علامت اہم صورت میں لی جاتی ہے جبکہ سورج کا میل شمالی ہو اور منفی اہم صورت میں جبکہ میل مذکور جنوبی ہو۔

اسی طرح اگر ایک ستارہ یا کسی دوسرے جرم کا میل معلوم ہو تو ہم اس کا نصف النہاری ارتفاع مشاہدہ کرنے سے عرض بلد معلوم کر سکتے ہیں اس صورت

میں بھی وہی ضابطہ یعنی عرض النہام + مہ = عہ استعمال کرنا چاہیے۔ اگر ستارہ نقطہ اُراس اور قطب کے درمیان نصف النہار کو عبور کرے تو ضابطہ نہ گورہ ہو جاتا ہے: عرض بلد + مہ = ۱۸۰ - عہ (دفعہ ۳۴)۔ اگر ارتفاع اُراس وقت مشاہدہ کیا گیا ہو جبکہ ستارہ نصف النہار کو عبور کرتے وقت قی اور فس (شکل ۲۰) کے درمیان میں سے گزرے تو ضابطہ ہو جاتا ہے:-

عرض النہام + مہ = عہ یا در ہے کہ اس میں اگر مہ میل جنوبی کو تعبیر کرے تو اس کی علامت ہمیشہ بل دینی چاہیے۔

عددی حسابات میں ضابطہ استعمال کرنے کی بجائے بتدی کے لئے یہ زیادہ مفید ہوگا کہ وہ نقشہ کھینچ کر پیمائشوں کی گود سے ستارہ کے مقام کی ٹھیک طور پر نشان دہی کر کے مستحصلہ نتیجہ کو خود مستنبط کرے۔

مثال - سورج کا نصف النہاری ارتفاع ۳۴ درجہ ۵۳ منٹ ۱۹ کو ۱۶ ۸ مشاہدہ کیا گیا ہے، وقت پیمائش گری خج کا وقت ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکینڈ ہے، نیز بحری جہتري، میں گری خج پر ظہر یا قبل کے وقت سورج کا میل ۲۲ ۱۹ ۲۵ جنوب اور اُراس کے میل میں فی گھنٹہ جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ ۱۹ ۵۶ دی ہوئی ہے۔ جہاز کا عرض بلد معلوم کر دو۔

یہاں سورج کا میل گری خج پر ظہر کے وقت = ۲۲ ۱۹ ۲۵ جنوب میل کا اضافہ فی گھنٹہ = ۱۹ ۵۶

۱۱ سکینڈ میں اضافہ ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکینڈ میں = ۵۹ ۳۱

مقامی ظہر کے وقت میل = ۲۲ ۲۱ ۳۳ = ۲۳ ۳۳

اب عرض النہام - میل = نصف النہاری ارتفاع

عرض النہام = ۲۲ ۲۱ ۳۳ - ۲۳ ۳۳ = ۱ ۱۶ ۸

عرض النہام = ۳۸ ۲۹ ۳۳ - ۳۵ ۵۶ = ۲ ۳۳ ۳۷

عرض بلد = ۵۱ ۳۰ ۳۵

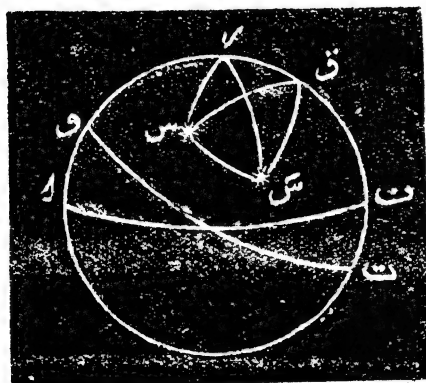
غیر نصف النہاری مشاہدات

۱۷۶ - دوسرا طریقہ - دو معلوم ستاروں کے عرض بلد ایک شام معلوم کرنے سے

فرض کرو کہ س، س (شکل ۸۱) دو ستاروں کے مقام ہیں جبکہ اُن کے ارتفاع ناپے گئے ہیں۔ س اور ق کو س اور س سے کبیر دائروں کی قوسوں کے ذریعے ملاؤ۔

اب عرض بلد معلوم کرنے کے لئے، ہمیں تین کروڑ مثلثوں کو حل کرنا چاہیئے۔
مثلث س ق م میں ہمیں قطبی فاصلے ق م، ق س، م س معلوم ہیں کیونکہ
یہ ان ستاروں کے میلوں کے متعم ہیں اور میل بحری جہت تری میں دئے ہوئے ہیں۔
نیز زاویہ س ق م بھی معلوم ہے کیونکہ ان ستاروں کے صعود و مستقیم ہیں
معلوم ہیں اور زاویہ مذکور ان کے فرق کے مساوی ہے۔ لہذا ضلع س م
اور زاویہ ق م میں معلوم ہو سکتے ہیں۔

اسی طرح مثلث $س س س$ میں $ر ا س$ ی فاصلے $س س$ اور $س س$ معلوم ہیں کیونکہ یہ مشاہدہ کردہ ارتفاعوں کے متمم کے مساوی ہیں نیز قاعدہ $س س$ بھی معلوم ہے۔ اس لئے زاویہ $س س س$ اور بناءً علیہ زاویہ $س س ق$ محسوب ہو سکتا ہے۔



شکل (۸۱)

بالآخر مثلث ساس ق میں اضلاع ساس اور ق میں معلوم ہیں
 نیز درمیانی زاویہ ساس ق معلوم ہے۔ اس لئے عرض اتمام ساس ق معلوم

ہو سکتا ہے۔

۱۷۷۔ تیسرا طریقہ۔ عرض بلد سورج کے دوارتفاع مشاہدہ کرنے اور ان کی درمیانی مدت دیکھنے سے بھی معلوم ہو سکتا ہے۔ عملی طور پر اس طریقہ میں اور گزشتہ طریقہ میں چنداں فرق نہیں کیونکہ ان دو مشاہدوں کی درمیانی مدت کو ۱۵ فی گھنٹہ کے حساب سے درجوں میں تبدیل کرنے سے ہمیں زاویہ SQ کی سمت کی سمت معلوم ہو جاتی ہے اور بعد ازیں حسب سابق مختلف کردی مثلثوں کو حل کرنے سے مطلوبہ عرض بلد محسوب ہو سکتا ہے۔

عرض بلد سورج کا صرف ایک ارتفاع مشاہدہ کرنے سے بھی نکل سکتا ہے بشرطیکہ مقامی وقت معلوم ہو۔ فرض کرو کہ سورج کا مقام S (شکل ۸۱) ہے تب مثلث SQ میں دو اضلاع SQ اور SQ معلوم ہیں نیز زاویہ SQ بھی معلوم ہے کیونکہ یہ سورج کا ساعتی زاویہ ہے جو مقامی ظاہری وقت کو تعبیر کرتا ہے۔ اس لئے عرض انعام SQ محسوب ہو سکتا ہے۔

اوسط مقامی وقت معلوم کرنا

۱۷۸۔ پہلا طریقہ۔ مساوی ارتفاعوں کے ذریعے۔ اوسط مقامی وقت جسکو سمندر میں جہاز کا اوسط وقت بھی کہتے ہیں حسب ذیل طریقہ سے محسوب ہو سکتا ہے۔ سورج کے نصف النہار کو عبور کرنے سے پہلے عرض قبل اس کا ارتفاع S کی مدد سے معلوم کر لو نیز S کے بعد یہ مشاہدہ کرو کہ سورج پھر اسی ارتفاع پر کس وقت پہنچتا ہے۔ ان دونوں مشاہدات کے وقتوں (جو وقت یا سے معلوم ہو سکتے ہیں) کا اوسط M کے وقت کو یعنی ظاہری ظہر کو تعبیر کرے گا۔ اب چونکہ ہمیں وقت کی مساوات بحری جہت سے معلوم ہو سکتی ہے اس لئے ہم اوسط وقت معلوم کر سکتے ہیں۔

۱۷۹۔ دوسرا طریقہ۔ جب کوئی معلوم ستارہ سورج، اجاز یا کوئی سیارہ اول السموت میں یا اسکے فریق ہو تو اس کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے۔ اس صورت میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم ہے۔ فرض کرو کہ کوئی ستارہ S (شکل ۸۱) اول السموت میں یا اس کے نزدیک

ہے۔ ستارہ مذکور کا میل بجزری جنتری سے اور اس کا ارتفاع پیمائش سے معلوم کرو۔ اب ہمیں مثلث میں ق کے تینوں ضلعے معلوم ہیں کیونکہ میں مشاہدہ کردہ ارتفاع کا متمم ہے، ق میں ستارہ کے میل کا متمم ہے اور س ق عرض اتمام ہے۔ لہذا ستارہ مذکور کا ساعتی زاویہ س ق میں معلوم ہو سکتا ہے۔ اس کو ۵۱ تقسیم کر کے وقت میں تحویل کر لو۔

اب اس جواب کو ستارہ کے معلومہ صعود مستقیم میں جمع کرو اگر ستارہ مذکور نصف النہار کے مغرب کی طرف ہو۔ اور تفریق کرو اگر ستارہ مذکور نصف النہار کے مشرق کی طرف ہو۔ اس طرح ہمیں کوئی وقت حاصل ہو جاتا ہے جسے ہم بموجب قاعدہ مذکور گیارہواں باب اوسط مسمی وقت میں تحویل کر سکتے ہیں۔

ان سب صورتوں میں جبکہ ستارہ کی بجائے سورج، چاند یا کسی سیارہ کو منتخب کیا جائے تو اس کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لئے اس کے بالائی یا زیرین کنارہ کا ارتفاع مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اس میں اس کا نصف قطر (جو بجزری جنتری سے معلوم ہو سکتا ہے) تفریق یا جمع کر دیا جاتا ہے۔

جرم کو اول السموت میں یا اس کے نزدیک منتخب کرنے کی وجہ یہ ہے کہ اس محل میں جرم کا ارتفاع بڑی سرعت کے ساتھ بدلتا ہے اور اس لئے مشاہدہ کردہ ارتفاع میں چھوٹی طسی خطا کی بنا پر محسوبہ وقت میں جو خطا واقع ہوتی ہے وہ نہایت نحیف ہوتی ہے۔

یہی طریقہ سمندر میں بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

سمندر میں طول بلد کی تعیین کے ۱۸۰۔ طول بلد معلوم کرنے کا مسئلہ دراصل جہاز کے اوسط وقت کا متناظر گری بخ کا وقت حتی الامکان صحیح طور پر معلوم کرنا ہے کیونکہ (دفعہ ۱۵۹ ملاحظہ ہو) طول بلد (وقت میں) گری بخ کا اوسط وقت۔ جہاز کا اوسط وقت پس اس طرح طول بلد معلوم کرنے کے دو طریقے ہیں :-

(۱) وقت پیمائش کے ذریعہ (۲) قمری فاصلوں کے ذریعہ
قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کس طرح جہاز کے وقت پیمائش کے ذریعہ گری بخ

کا وقت معلوم ہو سکتا ہے۔ اس غرض کے لئے ہر جہاز میں دو یا تین وقت پیمائیا رکھے جاتے ہیں تاکہ ان سے ایک دوسرے کی تصدیق ہوتی رہے۔ جہاز کا اوسط وقت بالعموم کسی ستارہ کو اول السموت میں مشاہدہ کرنے سے یا مساوی ارتفاعوں کے طریقے سے معلوم کیا جاتا ہے۔ دونوں وقتوں کا فرق مضروب ۱۵، درجوں میں طول بلد کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال:- ۶ اپریل کو جبکہ سورج کا ارتفاع پہلے پہل مشاہدہ کیا تو وقت پیمائیا میں وقت ۱۰ گھنٹے ۶ منٹ ۳۰ سکند تھا۔ اس کے بعد جب سورج کا کمر یہی ارتفاع مشاہدہ ہوا تو وقت ۳ گھنٹے ۳۰ منٹ ۱۲ سکند تھا۔ نیز یہ معلوم ہے کہ وقت پیمائیا ۶ سکند روزانہ نیز ہو جاتا ہے اور جہاز کو ساحل سے روانہ ہونے ۶ دن گزر چکے ہیں (وقت روانگی وقت پیمائیا گری نج کے وقت کے ساتھ ملا لیا گیا تھا)۔ ۶ اپریل کو وقت کی مساوات ۲ منٹ ۲۰ سکند ہے۔ جہاز کا طول بلد معلوم کرو۔

یہاں اگر ہم وقت پیمائیا کی دوسری قراوت میں ۱۲ گھنٹے جمع کر کے دونوں قراوتوں کے مجموعہ کا نصف لیں تو ہمیں ۱۳ گھنٹے ۳۸ منٹ ۳۸ سکند حاصل ہوتے ہیں جو ۱۲ گھنٹوں کو تفریق کرنے کے بعد ۱ گھنٹہ ۳۸ منٹ ۳۸ سکند رہ جاتے ہیں۔ اس میں سے ہم وقت پیمائیا کی خطای یعنی ۳۰ سکند کو منہا کر دیتے ہیں تب

$$\begin{array}{r} \text{مقامی ظاہری ظہر کے وقت گری نج کا وقت} = 1 \text{ گھنٹہ } 38 \text{ منٹ } 8 \text{ سکند} \\ \text{وقت کی مساوات} = 0 \text{ گھنٹہ } 2 \text{ منٹ } 20 \text{ سکند} \\ \hline \text{اس لئے مقامی وسط ظہر کے وقت گری نج کا وقت} = 1 \text{ گھنٹہ } 40 \text{ منٹ } 28 \text{ سکند} \end{array}$$

۱۵ سے ضرب دینے سے طول بلد = ۶۵ ۲۷ غر

قمری فاصلوں سے طول بلد معلوم کرنا

۱۸۱۔ اگر جہاز پر کے وقت پیمائیا کسی وجہ سے غلط ہو جائیں اور ٹھیک گری نج کا وقت ظاہر کرنے کے قابل نہ رہیں تو اس صورت میں یا ندی گردش کی وجہ سے ثابت ستاروں میں اپنا جو مقام تبدیل کرتا رہتا ہے اس سے اچھے خاصے قابل اعتماد وقت پیمائیا کا کام لیا جاسکتا ہے۔ دراصل ہمیں یوں سمجھنا چاہیے کہ پورا آسمان ایک بہت بڑی گھڑی کا

رُخ ہے، ستارے ڈائل کی علامتیں ہیں اور چاند گھڑی کی ایک متحرک سوئی ہے۔
 بحرِ جنتری میں ایسی جدولوں کا ایک سلسلہ دیا ہوتا ہے جن میں چاند کے مرکز
 کا فاصلہ اس کے گرد و نواح کے بعض ستاروں یا سیاروں سے ہر روز اوسط وقت
 گری نچ کے ہر تین تین گھنٹوں کے لئے مندرج ہوتا ہے مثلاً وہ کندہ جبکہ مقصد
 گری نچ کا اوسط وقت معلوم کرنا ہے اپنے سُدس کی مدد سے کسی ایک دئے ہوئے
 ستارہ کا فاصلہ چاند کے کنارہ سے ناپ لیتا ہے اور اس میں چاند کا نصف قطر جمع
 یا تفریق کر کے ستارہ مذکور سے چاند کے مرکز کا فاصلہ معلوم کر لیتا ہے۔ اب بحری جنتری
 کی جدولوں کو دیکھنے سے اس فاصلے کا تناظر گری نچ کا اوسط وقت سرسری طور
 پر معلوم ہو سکتا ہے مگر اس میں شاید دو تین گھنٹوں کی خطا ہو۔ لیکن بحری جنتری کی جدولوں
 کے متذکرہ بالا تین تین گھنٹوں کے وقفوں میں ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ ستارہ مذکور
 سے چاند کا زاویائی فاصلہ یکساں رفتار سے بدلتا ہے لہذا تناسب کے قاعدہ سے
 ہم گری نچ کا اوسط وقت ٹھیک طور پر محسوب کر سکتے ہیں اور اگر مقامی وقت بھی
 معلوم ہو تو اس سے حسب سابق طول بلد نکال سکتے ہیں۔

۱۸۲۔ فاصلہ کا تصفیہ۔ قمری فاصلوں کے ذریعے طول بلد معلوم کرنے کے
 سلسلہ بالا طریقہ میں انعطافات کے لئے تصحیح کرنے کی ضرورت پڑتی ہے، نیز جن
 قمری جدولوں میں چاند کا مقام مندرج ہوتا ہے وہ جدولیں مقام مثلاً وہ کو زمین کے
 مرکز پر فرض کر کے محسوب کی جاتی ہیں۔ اس لئے ہمیں اختلافِ منظر کے لئے بھی
 تصحیح کرنی پڑتی ہے۔ یہ تصحیحیں جو کسی قدر پیچیدہ ہوتی ہیں ان کو فاصلہ کے
 تصفیہ سے نامزد کیا جاتا ہے۔

۱۸۳۔ اگرچہ ثابت ستاروں میں چاند کی حرکت سورج اور دیگر سیاروں کی حرکت کے
 مقابلہ میں بہت سرتج اور تیز ہوتی ہے لیکن پھر بھی یہ اس قدر تیز نہیں ہوتی کہ اس
 مذکورہ بالا طریقے کے ذریعے طول بلد بہت صحت کے ساتھ معلوم کیا جاسکے۔ اس
 نسبت رفتار ہی کی وجہ سے اگر مثلاً وہ فاصلہ میں خفیف سی خطا واقع ہو تو اس سے
 گری نچ کے محسوبہ وقت اور بناؤ علیہ طول بلد میں مقابلہ بڑی خطا رونما ہوگی۔
 اگر زمین کے گرد چاند اپنی گردش کو دو یا تین دن میں پورا کر لیتا تو طول بلد کی بھی

اُسی آسانی سے تعیین ہو سکتی جس آسانی سے عرض بلد کی ہوتی ہے۔

مثال - ۲ جنوری ۱۸۹۳ء کو قلب اسد سے چاند کے مرکز کا زاویہ فاصلہ ۴۴° ۱۵' مشاہدہ کیا گیا جبکہ مقامی وقت ۶ گھنٹے ۳۰ منٹ بعد ظہر تھا گری بنج پر ۳ بجے بعد ظہر اور ۶ بجے بعد ظہر جو فاصلے بحری جہتوں میں درج ہیں وہ بالترتیب ۴۵° ۱۳' ۱۹' اور ۴۳° ۲۴' ۲۸' ہیں۔

مقام مشاہدہ کا طول بلد معلوم کرو۔

$$\text{زاویہ فاصلہ } ۳ \text{ بجے بعد ظہر} = ۴۵^\circ ۱۳' ۱۹''$$

$$\text{مشاہدہ کے وقت زاویہ فاصلہ} = ۴۴^\circ ۱۵' ۰''$$

$$\text{اس مدت میں فاصلہ کی تبدیلی} = ۰' ۵۸'' ۱۹' = ۳۴ ۹۹$$

لیکن ۶ بجے والے زاویہ فاصلہ کو ۳ بجے والے زاویہ فاصلہ میں سے تفریق کرنے سے ہم دیکھتے ہیں کہ ۳ گھنٹے میں فاصلہ کی تبدیلی = ۱° ۴۸' ۳۰'' = ۹۵۱۱ گھنٹے

$$\therefore \text{وہ وقت جس میں فاصلہ مذکور بقدر } ۳۴۹۹ \text{ کم ہو جاتا ہے} = ۳ \times \frac{۳۴۹۹}{۹۵۱۱}$$

$$= ۱ \text{ گھنٹہ } ۳۶ \text{ منٹ } ۴۴ \text{ سکنڈ}$$

$$\therefore \text{گری بنج کا وقت} = ۳ \text{ گھنٹے } ۱۰ \text{ گھنٹہ } ۳۶ \text{ منٹ } ۴۴ \text{ سکنڈ}$$

$$= ۴ \text{ گھنٹے } ۳۶ \text{ منٹ } ۴۴ \text{ سکنڈ}$$

$$\text{لیکن مقامی وقت} = ۶ \text{ گھنٹے } ۳۰ \text{ منٹ}$$

$$\therefore \text{طول بلد (وقت میں)} = ۱ \text{ گھنٹہ } ۵۳ \text{ منٹ } ۱۶ \text{ سکنڈ}$$

$$\text{یا } ۱۵^\circ \text{ سے ضرب دینے سے} = ۲۸^\circ ۱۹' \text{ شرق}$$

گری بنج کے وقت اور بنا علیہ طول بلد معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ ہے۔ اس میں چاند کے پیچھے کسی ستارہ کا احتجاب مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ قرنی فاصلوں والے طریقہ کی محض ایک متبادل صورت ہے۔

۱۸۴ - مشترک کے توابع کے گرهوں کے ذریعہ بھی جن کے وقوع کے اوقات بحری جہتوں میں پہلے سے درج ہوتے ہیں طول بلد کے معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے لیکن جہاز پر دور بین کے ذریعے گرهوں کو ٹھیک طور پر مشاہدہ کرنا

ممکن نہیں ہوتا۔ ویسے تو زمین پر بھی ابتدا و اختتام گرہن کے اوقات صحت کے ساتھ بتانا بہت مشکل امر ہے۔ علاوہ ازیں بعض اور مساوی اشاروں مثلاً گرہن کے آغاز و اختتام یا شہابوں کے ڈٹنے سے طول بلد معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔
 برقی تلغراف کی ایجاد کے بعد سے یہ سہولت ہو گئی ہے کہ سطح زمین پر کسی مقام کا طول بلد ایک اور ایسے مقام کا مقامی وقت جو اول الذکر مقام کے ساتھ یہ سلسلہ تلغراف مربوط ہو اور جس کا طول بلد معلوم ہو اول الذکر مقام پر تلغراف کرنے سے فوراً معلوم ہو سکتا ہے ہر دو مقامات پر مقامی وقتوں کا جو فرق ہو اُس کو ۱۵ سے ضرب دینے سے طول بلد مطلوبہ حاصل ہوتا ہے۔

مثالیں

۱۔ ۷ مارچ کو جب وقت پیمائیں گریخ کا وقت ۱۰ گھنٹے ۴۵ منٹ قبل ظہر اور ۸ گھنٹے ۳۸ منٹ بعد ظہر تھا تو سورج کے ارتفاع مساوی تھے۔ اس سے طول بلد معلوم کرو جبکہ ۷ مارچ اور ۸ مارچ کو گریخ کے ظہر کے وقت، وقت کی مساوات بالترتیب ۱۱ ۱۲ اور ۱۰ ۷ ۵ ہو۔

جواب ۵۳ ۴۲ غرب
 ۲۔ جب وقت پیمائیں ۲۱ گھنٹے ۹ منٹ ۳۰ سکند وقت بتائے اور یہ معلوم ہو کہ سورج کا محسوب ساعتی زاویہ ۷۵° مشرق ہے تو طول بلد معلوم کرو۔ اگر وقت کی مساوات ۲ منٹ ۱۰ سکند ہو۔

جواب ۳۲ ۵۵ غرب



تیرہواں باب

ثابت ستارے۔ طیفی تحلیل

[ضروری اطلاع۔ اس باب میں جو معلومات بیان کئے گئے ہیں وہ تیس سال پہلے کی تحقیقات پر مبنی ہیں۔ اس اثنا میں بیشمار نئی باتیں دریافت ہوئی ہیں جو اس باب سے متعلق ہیں لیکن ضبط تحریر میں نہ آسکیں]

۱۸۵۔ ستارے بھی سورج ہیں جو زمین سے اس قدر دور و دور از فاصلوں پر واقع ہیں کہ ان کو طاقور سے طاقور دور بین سے دیکھنے پر بھی وہ محض روشنی کی کُنڈلیاں سی معلوم ہوتے ہیں۔ بہت احتمال ہے کہ ان بیشمار سورجوں میں سے ہر ایک سورج اسی قسم کے ایک نظام کا مرکز ہو جیسا کہ نظام شمسی ہے اور اس کے گرد بھی اسی طرح سیارے حرکت کرتے اور اکتساب نور و حرارت کرتے ہوں جیسے کہ نظام شمسی کے ستارے کرتے ہیں۔ اگر ایسا ہو تو ضرور ہے کہ ہر نظام کے اراکین کی اندرونی حرکتیں ان عام قوانین و ضوابط کے عین مطابق ہوں جن کے متعلق ہمیں اپنے جملہ مشاہدات کی بنا پر یقین ہے کہ ان کا اطلاق کل عالم پر ہے۔

باب ہفتم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ان ستاروں کے فاصلے اور سالانہ اختلاف منظر ناپنے کے لئے افلاک کی پیمائش کرنے کی کوشش کرتے ہیں تو اکثر صورتوں میں ہمیں ناکامی کا منہ دیکھنا پڑتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بڑے سے بڑا فاصلہ جو ہمیں اپنے مشاہدات کی بنیاد قائم کرنے کیلئے میسر آسکتا ہے وہ زمین کے مدار کا قطر یعنی ۱۰۰،۰۰۰ میل ہے اور یہ فاصلہ ان عین العین فاصلوں کے مقابلہ میں جن پر ہمیں اس کو عائد کرنا ہوتا ہے اس قدر چھوٹا ہے کہ اس سے فی الحقیقت ہمارا ہندسی نقطہ کا تحلیل پورا ہو جاتا ہے۔

باب ہزایں ہم ستاروں کی قسموں پر بحث کریں گے اور نیز ان کے متعلق

موجودہ زمانہ کے خاص خاص اکتشافات کا مجمل ذکر کریں گے جو ان کی ماہیت اور طبعی حالت کے متعلق طبعی تحلیل کے طریقہ سے معلوم ہوئے ہیں۔

ستاروں کے مقادیر۔ ستاروں کو ان کی چمک کے لحاظ سے مختلف مقادیر میں تقسیم کیا گیا ہے۔ سب سے زیادہ چمکدار ستارے بیس ہیں اور ان کو اول مقدار کے ستارے کہتے ہیں۔ ان ستاروں میں سے تقریباً بارہ ستارے آئر لینڈ کے عرض بلد میں نظر آسکتے ہیں۔ ان ستاروں کے نام مع ان کے برج کے حسب ذیل ہیں :-

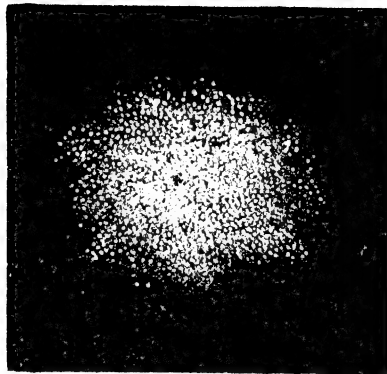
نام ستارہ	نام برج	نام ستارہ	نام برج
(۱) شعری (شعراویانی)	کلب کبر	(۷) شرای یانی	کلب اصغر
(۲) دبران	ثور	(۸) شبلیہ ساک اعرل	سنبلہ
(۳) مسک العنان	مسک العنان	(۹) قلب الاسد	اسد
(۴) نسر واقع	شلیاق	(۱۰) ساک راج	حوا
(۵) ابط الجوزا	جبار	(۱۱) قلب عقرب	عقرب
(۶) رجل الجبار	جبار	(۱۲) نسر طائر	عقاب

۱۸ء۔ مقدار اول کے چند اور ستارے بھی ہیں جن کے میل اتنے بڑے ہیں کہ مشاہدہ کنندہ کو وہ جنوبی نصف کرۂ ارض میں دکھائی دے سکتے ہیں۔ مثلاً اسپیل۔ عد اور بہ نظورس۔ عد۔ صلیب۔ آخر النہر (عد النہر) وغیرہ۔

دوسری مقدار کے ستارے نسبتاً کم چمکدار ہوتے ہیں اور ان میں سے تقریباً ۵۰ ستارے شمالی عرض بلد کے باشندوں کو نظر آتے ہیں اس قسم کا ایک ستارہ قطبی ستارہ ہے۔ برہنہ آنکھ سے چھٹی مقدار کے بعد نیز کرنا ممکن نہیں لیکن دور بین کی مدد سے بلحاظ چمک کے ستاروں کی تقسیم ۷، ۸، ۹ دیں بلکہ اس سے زیادہ مقداروں تک کی گئی ہے۔ یہ تقسیم زیادہ حد تک اختیاری ہے کیونکہ ایک ہی مقدار کے ستارے بھی بلحاظ چمک رنگ اور طبعی حالات کے جیسا کہ ہم ابھی دیکھیں گے ایک دوسرے سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔

۱۸۸۔ ستاروں کی تعداد۔ کل گرہ سماوی پر ایسے ستاروں کی تعداد جن کو برہنہ آنکھ سے مشاہدہ کیا جاسکتا ہے تقریباً ۶۰۰۰ ہے مگر کسی ایک مقام سے ایک وقت واحد میں ۲۰۰۰ سے زیادہ ستارے دکھائی نہیں دیتے اور افق کے قریب کے ستارے گرہ ہوائی کی زیادہ کثافت کی وجہ سے جس میں سے ان کی شعاعوں کو گزرنا پڑتا ہے چھپ جاتے ہیں۔ جس شخص نے ان کی تعداد کا صحیح اندازہ نہ کیا ہو اس کے خیال سے یہ تعداد بہت کم ہے کیونکہ انسان کی نظر جب ان چمکدار بند کیوں کے ہجوم پر پڑتی ہے تو معاً یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ ان کی تعداد لا انتہا ہے۔ دور بین کی مدد سے جن ستاروں کو دیکھنا ممکن ہے ان کی تعداد کئی کروڑ تک پہنچتی ہے۔

۱۸۹۔ کہکشاں۔ کسی تاریک رات کو جب آسمان صاف ہو تو آسمان کے آ رہا ایک نیم درخشاں بڑی دائرہ کبیر کی شکل میں دکھائی دیتی ہے اس کو کہکشاں کہتے ہیں۔ اس کی چمک مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے۔ دور بین کی مدد سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مدہم روشنی ستاروں کے بے شمار ہجوم سے آتی ہے جن کا برہنہ آنکھ سے انفرادی اہور پر امتیاز کرنا مشکل ہے۔ ۱۹۰۔ تاروں کے جھرمٹ۔ آسمان کے نبض حصوں میں ستارے اس قدر اکٹھے ہوتے ہیں اور ایسی خصوصیت کے ساتھ ایک دوسرے کے پاس پاس واقع ہوتے ہیں کہ ان سے یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ ضرور ان میں کچھ نہ کچھ ربط ہے۔ اس قسم کے ازدحام کو تاروں کا جھرمٹ کہتے ہیں۔ برج خربا میں ۶ ستارے تو برہنہ آنکھ سے نظر آتے ہیں۔ لیکن اگر اس کو دور بین سے دیکھا جائے تو ان کی تعداد ۵۰ تک پہنچ جاتی ہے۔ اس کی اور مثال پر سیاؤش کے ایک روشن دھبہ میں پائی جاتی ہے جس کو دور بین کے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ دھبہ دراصل بہت سے ستاروں پر مشتمل ہے جن کو برہنہ آنکھ سے منفرداً قیصر کرنا مشکل ہے۔ دور بین سے دیکھنے میں یہ نظارہ نہایت دلکش اور قابلِ دید معلوم ہوتا ہے۔

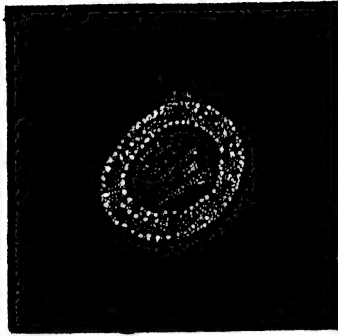


شکل (۸۲)

۱۹۱۔ سحاب۔ دور بین کی مدد سے آسمان کے مختلف حصوں میں بعض اور اجرام بھی نظر آتے ہیں جو دیکھنے کو تو چھوٹے چھوٹے چمکدار دھبے معلوم ہوتے ہیں مگر مکرورہ بالا دھبوں کی طرح انکو تاروں کا جھرمٹ خیال نہیں کیا جاسکتا کیونکہ یہ الگ الگ ستاروں میں تحلیل نہیں ہو سکتے۔ ان دھبوں کو سحاب کہتے ہیں۔ ان اجرام کی سب سے موزع مثال شاید جبار کا بڑا سحاب ہے۔ یہ سحاب ایک بہت بڑے نیلگوں ماوے کی شکل میں چمکتا ہوا معلوم ہوتا ہے اور بہت بڑی تکبیری طاقت کی دور بینوں میں اس کے بعض حصوں میں متعدد ستارے بھی نظر آتے ہیں۔

اس کی ایک اور مشہور مثال شلیاق کا حلقہ نما سحاب ہے۔ یہ ایک چمکدار حلقہ ہے جس کا اندرونی حصہ پورے طور پر تاریک نہیں ہے بلکہ مقابلہ مہم سحاب سے بھرا ہوا ہے جیسے کہ کسی حلقہ پر جالی منڈھی ہوئی ہو۔ (سیرا برٹ بال)

۱۹۲۔ ستاروں کی ذاتی حرکت۔ جب کسی ستارہ کا صعود مستقیم اور میل متواتر کئی سال تک مشاہدہ کیا جائے تو اس کے مقام میں استقبال آگے اور اختلاف منظر کی بنا پر جو تبدیلیاں ہوتی ہیں ان کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی یہ معلوم ہوتا ہے کہ قرب و جوار کے دیگر ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام میں



شکل (۸۳)

آہستہ آہستہ تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔ پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنی اپنی خاص حرکت رکھتا ہے جو دیگر ستاروں کے ساتھ مشترک نہیں ہے ہن اعتبار سے ستاروں کو ثوابت کے نام سے موسوم کرنا پورے طور پر صحیح نہیں ہے تاہم دیگر سرچ البیستاروں سے تمیز کرنے کی غرض سے ہم اس لفظ کو استعمال کر سکتے ہیں۔

ستاروں کی ذاتی حرکتیں جزوی طور پر سورج (مع جملہ نظام شمسی) کی حرکت پر مبنی ہیں کیونکہ سورج کی نسبت یہ خیال کیا جاتا ہے کہ وہ فضا میں اسے مجمع ہر قمر کے ستارہ کی طرف حرکت کرتا ہے اس لئے وہ ستارے جو اس کی حرکت کی سمت میں واقع نہیں ہیں متقابل سمت میں جلتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں تاہم اس سبب سے جو تبدیلی مقام میں واقع ہوتی ہے اس کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی اس میں شک نہیں کیا جاسکتا کہ ستارے بذات خود بھی فی الواقع حرکت کرتے ہیں۔

۱۹۳- دُہرے ستارے۔ طاقتور دُور بینوں کی مدد سے دیکھا گیا ہے کہ بہت سے ستارے جو بظاہر مجرد معلوم ہوتے ہیں دراصل دُہرے ستارے ہیں اور دو دو مختلف ستاروں پر مشتمل ہیں۔ بعض صورتوں میں یہ ستارے بالماظمت اور کے مساوی ہوتے ہیں لیکن اکثر صورتوں میں یہ غیر مساوی ہوتے ہیں۔ جب یہ غیر مساوی ہوں تو بالعموم نامعلوم اسباب کی بنا پر جن کی تاہنوز تشفی بخش توجیہ

نہیں کی گئی ان کا رنگ مختلف ہوتا ہے اور چھوٹے ستارہ کا رنگ طیف میں بڑے ستارے کے رنگ سے بلند تر درجہ کا ہوتا ہے مثلاً اگر بڑا ستارہ سرخی مائل ہو تو چھوٹا ستارہ نیلیوں یا سبز ہوگا۔ ان دُہرے ستاروں میں سے تاحال تقریباً ۱۰۰۰۰ ستارے دریافت ہو چکے ہیں۔ بہت سے ستارے جو باہمی النظریں دُہرے معلوم ہوتے ہیں دراصل ایک دوسرے سے بعد عظیم سیواقع ہیں مگر چونکہ وہ ایک ہی خطِ نگاہ میں واقع ہیں اس لئے کرہِ سماوی پر وہ ایک دوسرے کے نہایت قریب قریب نظر آتے ہیں جس کی وجہ سے دُہرے ستارہ کا اشتباہ ہوتا ہے۔ دُہرے ستاروں کی بہترین مثالیں مقدم التوا ہیں مجسم ہرقل کا وہ ستارہ قطبی ستارہ اور شمس ای یامانی ہیں۔ بعض اوقات ستارہ تین یا چار جدا جدا اجزاء پر مشتمل معلوم ہوتا ہے مثلاً انسیر واقع جس کے اندر چار ستارے ہیں جن میں سے تین سفید ہیں اور ایک سرخ ہے۔

۱۹۴۔ ثنائی ستارے۔ بہت سے دُہرے ستاروں میں ان کے ہر دو افراد متحرک دکھائی دیتے ہیں اور ہر ایک فرد ایک ایسے ناقص کی شکل میں حرکت کرتا ہے جسکا ماسکہ دونوں کا مشترک مرکزِ ثقل ہے اور یہ حرکت تجاذبِ عامہ کے کلیہ کا لازمی نتیجہ ہے (دیکھو دفعہ ۷۰)۔ مقدم التوا میں دُہرے ستارہ کی صورت میں یہ حرکت اتنی سست ہے کہ دونوں کو ایک گردش کی تکمیل میں شاید کئی صدیاں صرف ہوں گی۔ جو ستارے ایک دوسرے کے ساتھ اس طرح مربوط ہوں ان کو ثنائی ستارے کہتے ہیں۔

۱۹۵۔ ثنائی ستاروں کے مدار۔ ثنائی ستاروں کی ایک دوسرے کے گرد حرکت کے باقاعدہ مدار کی زاویہی مقدار خردہ پیمانے کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے لیکن مدار کے ابعاد میلوں میں اُس وقت تک معلوم نہیں ہو سکتے تا وقتیکہ ستارہ کا فاصلہ یا بالفاظِ دیگر اس کا سیالانہ اختلاف منظر معلوم نہ ہو۔ مگر اس کے بعد ستارہ کی صورت میں یہ اختلاف منظر تقریباً ۵۰ ہے اور اس کے ظاہری مدار کا نیم محور تقریباً ۵۰ ہے۔

اس لئے ان زادیوں کے قوسی پیمانوں کی نسبت لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{۱۷۵۵}{۹۴۰۰۰۰۰} = \frac{۱۷۵۵}{۹۴۰۰۰۰۰}$$

جب کسی شنائی ستارے کے مدار کے ابعاد اور اس کا دوری وقت معلوم ہو تو اس کے افراد ترکیبی کی کیتوں کا مجموعہ معلوم ہو سکتا ہے۔ (طریقہ کے لئے ملاحظہ ہو دفعہ ۲۱۴) ۱۹۶۔ متغیر ستارے بعض ستارے ایسے ہیں جن کی حرکت مستقل نہیں رہتی۔ ان کو متغیر ستارے کہتے ہیں۔ اس زمرے میں زیادہ قابل ذکر ستارے وہ ہیں جن کی حرکت بالادوار بدلتی ہے۔ یہاں صرف ان میں سے بعض مشہور مشہور مثالوں کا ذکر کر دینا کافی ہو گا جن میں سے ہر ایک مثال خاص خاص تقسام کا ایک نمونہ متصور ہو سکتی ہے۔

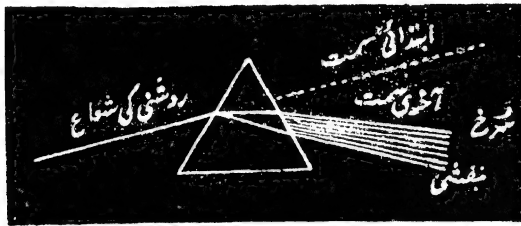
۱۹۷۔ میرہ کی قسم کے ستارے میرہ یا قیطس ۳۳۱ دن کی مدت میں باقاعدگی کے ساتھ تبدیلیوں کے دور میں سے گزرتا ہے اور اس دوران میں بلحاظ حرکت کے یہ دوسری مقدار کے ستارہ سے گھٹ کر چھٹی مقدار کے ستارہ تک بدلتا ہے۔ اس کے بعد تقریباً ۵ مہینے تک یہ غائب ہو جاتا ہے اور بعد ازیں پھر اپنی ابتدائی حرکت پر آ جاتا ہے۔

۱۹۸۔ ستارہ الغول جو پر سیاوش کے مجمع میں واقع ہے دوری ستاروں کا ایک اور مشہور قسم کا نمونہ ہے۔ یہ تقریباً ۲ دن ۱۳ گھنٹے تک دوسری مقدار کا ستارہ رہتا ہے۔ اس کے بعد اس کی حرکت بتدریج کم ہوتی جاتی ہے جسے کہ یہ چوتھی مقدار کا ستارہ ہو جاتا ہے۔ اس میں تقریباً ۱۲ ۱/۲ گھنٹے کا عرصہ لگتا ہے۔ ۲۰ منٹ تک یہ چوتھی مقدار کا ستارہ رہتا ہے بعد ازیں یہ بتدریج اپنی ابتدائی حرکت حاصل کرتا ہے حتیٰ کہ مزید ۱۲ ۱/۲ گھنٹے کے بعد یہ پھر دوسری مقدار کا ستارہ بن جاتا ہے۔ ان تبدیلیوں کے پورے دور کی مدت ۲ دن ۲۰ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۵ سکند ہے۔ اس قسم کے ستاروں کے تعلق غالب ترین قیاس یہ ہے کہ ان کی روغنی کی تخفیف ہمارے اور ستارہ مذکور کے درمیان میں کسی ایسے تاریک جسم کے حامل ہو جانے سے پیدا ہوتی ہے جو اس کے گرد ایک خاص مدت میں حرکت کرتا ہے اور معین مدتوں کے بعد ستارہ مذکور کے جزوی خسوف کا باعث ہوتا ہے۔

طیف ناما

۱۹۹۔ علم المناظر کی رو سے ہم جانتے ہیں کہ جب معمولی سفید شمسی روشنی

کی شعاع منشور میں سے گزرتی ہے تو یہ مختلف رنگوں کی ترکیبی شعاعوں میں بٹ جاتی ہے۔ یہ رنگ بنفشتی، نیلا، آسمانی، سبز، زرد، نارنجی اور سرخ ہیں پس جب مناسب طریقہ پر آلات کو ترتیب دیکر ان رنگین شعاعوں کو ایک پردہ پر ڈالا جاتا ہے تو قوس قزح کے رنگوں کی ایک واضح پٹی دکھائی دیتی ہے جس کے ایک سرے پر بنفشتی رنگ اور دوسرے سرے پر گہرا سرخ رنگ نظر آتا ہے (دیکھو شکل ۸۴)۔



شکل (۸۴)

اس پٹی کو روشنی کا طیف کہتے ہیں۔ اسی طریقہ سے کسی اور مبداء کی روشنی کا معائنہ ہو سکتا ہے۔ عام طور پر ان شعاعوں کو ایک درز میں سے داخل کیا جاتا ہے اور منشور پر پڑنے سے قبل ایک توازی گرجہ میں سے گزرا جاتا ہے جس کا ماسکہ درز پر واقع ہوتا ہے۔ بنا بریں اس عدسہ میں سے گزرنے کے بعد یہ متوازی شعاعوں کی پٹیل بن کر نکلتی ہیں۔

نیز ان شعاعوں کے منشور میں سے گزرنے کے بعد جو طیف بنتا ہے اسکو دور بین کے توسط سے دیکھتے ہیں اس قسم کی ترتیب آلات کو طیف نما کہتے ہیں۔

۲۰۰۔ پس ہم اس طرح شیشہ کے ایک سادہ منشور کی مدد سے کسی ماحذ کی روشنی کو اس کے اجزائے ترکیبی میں تحلیل کر کے اس کا معائنہ کر سکتے ہیں۔ اور کسی روشنی کی شعاع کے طیف کے نقص یا دیگر خصوصیات کا بغور ملاحظہ کرنے سے ہمیں اس روشنی کے ماحذ کی کیمیائی ترکیب اور طبیعی حالات کے

متعلق بہت سی معلومات حاصل ہو سکتی ہیں۔ طیفی تحلیل کے نام سے تحقیقات کا جو نیا طریقہ ایجاد ہوا ہے وہ اسی اصول پر مبنی ہے۔ اس کی مدد سے کائنات کے متعلق ہماری معلومات میں عظیم الشان اضافہ ہوا ہے۔

۲۰۱۔ شمسی طیف۔ موجودہ صدی کے شروع میں پہلے پہل فراؤن ہوفر نے یہ معلوم کیا کہ سورج کا طیف رنگوں کی ایک مسلسل پٹی نہیں ہے بلکہ اس کے اندر نہایت باریک تاریک خط ہزاروں کی تعداد میں واقع ہیں۔ طیف کے بعض حصوں میں یہ خط بہت کم ہوتے ہیں مگر بعض حصوں میں ان کا اس قدر ہجوم ہوتا ہے کہ ان کو انفرادی طور پر تفریق کرنا بھی مشکل ہو جاتا ہے۔ یہ بھی دریافت ہوا ہے کہ ان خطوں کی ترتیب سورج کی روشنی کی ایک غیر متبدل اور متعلق خصوصیت ہے اور اس ترتیب کو دیکھ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ روشنی کا اخذ سورج سے یا کوئی اور منور جرم۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج کی صرف وہی شعاعیں ہم تک پہنچتی ہیں جو خاص خاص درجوں کا انعطاف رکھتی ہیں۔ اور مذکورہ بالا تاریک خطوں کے متناظر دیگر شعاعیں کسی نہ کسی وجہ سے جو فراؤن ہوفر کے وقت میں معلوم نہیں تھیں ہم تک پہنچنے نہیں پاتیں۔ بالآخر اس منظر کی توجیہ مختلف اقسام کی مصنوعی روشنی کو مساندہ کرنے سے کی گئی۔

۲۰۲۔ اگر مختلف ماحذوں کی روشنی کی شعاعوں کو طیف نما کے ذریعے دیکھا جائے تو یہ معلوم ہوگا کہ ان کے طیفوں کو دو اقسام میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:-

(۱) منور ٹھوس اشیاء یا بالعات کے طیف مسلسل ہوتے ہیں جن میں ہر درجہ انعطاف کی شعاعیں شامل ہوتی ہیں؛ لہذا ان طیفوں کے اندر تاریک خط موجود نہیں ہوتے۔

(۲) ان جلتی ہوئی گیسوں کے شعلوں کے طیف جن کے اندر ٹھوس ذرات متعلق حالت میں نہ ہوں غیر مسلسل ہوتے ہیں اور ان کے طیف محدود چکدار خطوں کی صورت ایک خاص تعداد پر متعلق ہوتے ہیں جن کے مابین تاریک پٹیاں حامل ہوتی ہیں۔

۲۰۳۔ چکدار خطوں کا انقلاب۔ اگر کوئی جلتی ہوئی گیس یا بخار جس کے متعلق اب نہیں معلوم ہے کہ اس میں سے صرف خاص خاص درجہ انعطاف

شعاعیں برآمد ہوتی ہیں مشاہدہ کنندہ اور مسلسل طیف پیدا کرنے والے کسی ماخذ کے درمیان حاصل کیا جائے تو کیسے اسی قسم کی شعاعیں جذب کریں گی جو خود اسے برآمد ہوتی ہیں یا اگر مشاہدہ کنندہ کے اندر اس خاص قسم کی شعاعیں باقی طیف کے مقابلہ میں تاریک ہوں گی یا چمکدار، روشنی کے دونوں ماخذوں کی چمک کی اضافی حدت پر موقوف ہے۔ اس نہایت ضروری امر کی توضیح کے لئے ذیل کا تجربہ کافی ہوگا۔

شراب کے چراغ کے شعلہ میں معمولی نمک (جس کے اندر سوڈیم بطور ایک جزو ترکیبی کے شامل ہوتا ہے) داخل کر کے سوڈیم کے جلتے ہوئے بخار کا ایک طیف حاصل کرو مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ یہ طیف صرف دو چمکدار اور خطوط پر مشتمل ہے۔ لیکن اگر سوڈیم کے شعلہ کے عقب میں چوٹے کی نہایت تیز روشنی رکھی جائے تو معلوم ہوگا کہ چوٹے کی روشنی کے طیف کے اندر (جسے بوجہ ٹھوس چیز کا طیف ہونیکے مسلسل ہونا چاہیے) سوڈیم کے دو چمکدار خطوط کے جواب میں دو تاریک خط ہیں۔ چوٹے کی روشنی ہٹا لینے پر یہ خط اسی چمک دارک کے ساتھ بچھرمو دار ہو جاتے ہیں۔ پس ہم دیکھتے ہیں کہ چوٹے کی روشنی کی معیت میں سوڈیم کے چمکدار خط منتقل ہو جاتے ہیں یعنی تاریک خطوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ تاریک ہو جانے سے یہ مراد نہیں کہ وہ پہلے کی نسبت جبکہ صرف انہیں کا مشاہدہ ہوا تھا فی الواقع زیادہ تاریک ہو جاتے ہیں بلکہ اس سے یہ مطلب ہے کہ وہ چوٹے کی تیز روشنی کے طیف کی چمک کے مقابلہ میں نسبتاً تاریک معلوم ہوتے ہیں۔ کیونکہ چوٹے کی روشنی کی وہ خاص شعاعیں جو سوڈیم کا مابہ الامتیاز ہیں اور جو سوڈیم کی عدم موجودگی میں ان خطوں کی جگہوں کو اسی طرح نمونہ تھیں جیسا کہ باقی طیف ہے وہ سوڈیم کے شعلہ کے حامل ہو جانے کی وجہ سے شعلہ میں جذب ہو جاتی ہیں حالانکہ باقی شعاعیں بلا رکاوٹ اس کے پیچ میں سے گزر جاتی ہیں۔

۲۰۴۔ اوپر کے اصول کی مدد سے شمسی طیف کے اندر تاریک خطوں کی موجودگی کا مسئلہ نہایت آسانی سے یہ فرض کرنے سے حل ہو سکتا ہے کہ سورج کے باہر کی

طرف بخاروں کی تہیں موجود ہیں جو سورج کے اندرونی حصہ (جس کو کرڈ نور کہتے ہیں) سے آنے والی روشنی میں سے خاص خاص قسم کی شعاعیں جذب کر لیتی ہیں۔ اس لئے کرڈ نور کے طیف میں جو بخارات کی عدم موجودگی کی صورت میں مسلسل ہوتا اب بہت سے تاریک خطوط پیدا ہو جاتے ہیں۔ کرخ ہوف نے ثابت کیا کہ یہ خط ہائیڈروجن، لوہا، جست، نیکل، تانبا اور دیگر فلزات کے خطوں کے متناظر ہیں، جو کرڈ ہینسی کے گرد بخار سی حالت میں موجود ہیں اور اپنے مخصوص خطوں کو منقلب کر دیتے ہیں۔

۲۰۵۔ سورج کی سطح اور سورج کی لپٹیں۔ حال کے پورے سورج گرہن کا طیف نما کے ذریعے معائنہ کر کے سورج کی بیرونی سطح کی ماہیت دریافت کی گئی ہے۔ سورج کے ضیائی کرہ کے باہر لونی کرہ واقع ہے۔ جس کا رنگ نہایت تیز سرخ ہوتا ہے جو غالباً اس حصہ کے جزو کبیر یعنی ہائیڈروجن کے شدید درجہ گرم ہونے کی وجہ سے ہے۔ اس کے باہر قرن کس (Corona) ہے۔ یہ روشنی کا ایک حلقہ ہے جو سورج کے پورے گرہن کے وقت سورج کے گرد محیط ہوتا ہے۔ اس کے طیف میں ہائیڈروجن کی موجودگی کی بہت کم علامات پائی جاتی ہیں اور اس کی سب سے بڑی خصوصیت ایک نمایاں سبز خط ہے۔ پورے گرہن کے اثناء میں جب سورج کا قرض چاند کے پیچھے چھپا ہوتا ہے تو بظاہر چاند کے قرض کے کنارہ پر چند عجیب بھار یا نکاس نظر آتے ہیں، جن کو سورج کی لپٹیں کہتے ہیں۔

پہلے جب ان کی ماہیت معلوم نہ تھی تو ان کو محض لپٹیں کہتے تھے کیونکہ اس وقت قطعی طور پر یہ معلوم نہ تھا کہ یہ لپٹیں چاند کی بیرونی سطح پر ہیں یا سورج کی بیرونی سطح پر۔ لیکن بعد کے گرہن کے وقت نوٹ لینے سے یہ پورے طور پر معلوم ہو گیا کہ یہ سورج کی ہیں کیونکہ ان تصویروں سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ چاند کا قرض ان کے اوپر سے اسی طرح گزرتا ہے جیسے کہ سورج کی سطح کے دیگر حصوں پر سے۔ یہ لپٹیں شعلہ کی مانند معلوم ہوتی ہیں جن کا رنگ ارغوانی ہوتا ہے اور وہ اپنی شکل اور مقدار کے لحاظ سے عجیب و غریب طور پر بدلتی ہوئی

معلوم ہوتی ہیں۔ ان میں سے بعض کی بلندیاں ۱۰۰ میل تک پہنچتی ہیں۔ جس سرعت کے ساتھ بدلتی ہیں اُس کا اندازہ پروفیسر نیک کی بیان کردہ مثال سے بخوبی ہو سکتا ہے جسے یوہوپی میں پرسنٹن کے رصد خانہ میں مشاہدہ کیا گیا تھا۔ پروفیسر موصوف نے دیکھا کہ ان لپٹوں میں سے ایک لپٹ جو پہلے تقریباً ۴۰ ہزار میل بلند تھی فوراً نہایت سرعت کے ساتھ بڑھ کر تین لاکھ ۵۰ ہزار میل کی بلندی تک پہنچ گئی۔ اس کے بعد وہ بتدریج ٹوٹ گئی اور بالآخر کلیتہً معدوم ہو گئی اور یہ نام غیر متبدل دو ٹکٹے کے اندر اندر واقع ہوا۔ ان لپٹوں کو مشاہدہ کرنے کے لئے اب ضروری نہیں کہ سورج گرہن کا انتظار کیا جائے بلکہ طیف نما کی مناسب تنظیم سے ان کی ساخت کو ویسی ہی صحت اور عمدگی کے ساتھ مشاہدہ کیا جاسکتا ہے جیسا کہ سورج گرہن کے وقت، مزید برآں مشاہدہ کو کافی دیر تک جاری رکھا جاسکتا ہے اور یہ ایسی سہولت ہے جو وقت گرہن مشاہدہ کرتے میں پیش نہیں آتی۔

۲۰۵۔ ستارہ کا طیف بھی بعینہً سورج کے طیف کے متماثل ہونا چاہیے لیکن چونکہ سورج کی روشنی کو سیارہ کے کرہ ہوائی میں سے دو دفعہ گزرنایا جاتا ہے اسلئے اس کی بعض شعاعیں جذب ہو جاتی ہیں اور بناؤ علیہ طیف میں خفیف سا اختلاف ہو جاتا ہے۔ بعض ستاروں کے طیف میں چند مخصوص خطوں کی موجودگی اس امر کی منظر ہے کہ ان ستاروں میں پانی انہی حالات کے تحت جو زمین کے کرہ ہوائی میں موجود ہیں پایا جاتا ہے۔ چاند کا طیف بعینہً سورج کے طیف کے متماثل ہے جو اس امر کی مصدقہ دلیل ہے کہ چاند کرہ ہوائی سے معرا۔

۲۰۶۔ ستاروں کے طیف۔ ستاروں کو ان کے طیفوں کے لحاظ سے مختلف قسموں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:-

(۱) وہ ستارے جن کے طیفوں میں نسبت بہت کم خط پائے جاتے ہیں اور ان میں سب سے ممتاز اور نمایاں خطوط نہایت بلند درجہ تیش کی ہائیڈروجن کے خطوط کے متناظر ہیں اس زمرے میں سب سفید اور نیلے ستارے شامل ہیں مثلاً شری اور (عمہ) شلیاق۔

(۲) دوسرے زمرے میں ایسے ستارے شامل ہیں جیسے وبران اور سماک

رامح۔ ان کے طیف سورج کے طیف کے مشابہ ہیں یعنی ان میں بہت سے باریک خط پائے جاتے ہیں جو ستاروں کے اندر ہائیڈروجن کے علاوہ دیگر فلزات کی موجودگی پر دلالت کرتے ہیں۔

(۳) قمیص زمرے میں وہ ستارے ہیں جن کے طیفوں میں سیاہ جوڑی پٹیاں پائی جاتی ہیں۔ ان میں سے اکثر ستارے سُرخ ہیں اور بہتیرے متغیر ہیں۔

بہت سے فلزات جو سورج میں پائے جاتے ہیں ان کی موجودگی ستاروں میں بھی مشاہدہ کی گئی ہے۔ مثلاً دبران میں سوڈیم، پوٹاش، بربور، سٹریمینیم، کیلیسیم، پارا اور ٹیلوریم کی شہادت موجود ہے۔

۲۰۸۔ سحابوں کے طیف۔ ہگنز نے پہلے پہل معلوم کیا کہ بعض سحابوں کے طیف ستاروں کے طیفوں کی طرح رنگوں کی مسلسل پٹیاں نہیں ہوتیں جن کے آریاتار ایک خط ہوں بلکہ محض چند چکدار خطوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ چار چکدار خط عام طور پر آسانی سے دیکھے جاسکتے ہیں جن میں سے دو یقیناً ہائیڈروجن کی وجہ سے ہوتے ہیں لیکن باقی دو کی ماہیت اب حال معلوم نہیں ہو سکی۔ اس سے ظاہر ہے کہ یہ سحاب دراصل چکدار ستاروں کے اجتماع نہیں ہیں بلکہ چمکتے ہوئے گیس کی مادہ پر مشتمل ہیں جس کا جزو اعظم ہائیڈروجن ہے۔ جمع جبار کا بڑا سحاب اسی زمرہ کا ایک نمونہ ہے۔ بہت سے اور سحاب جن کا نمونہ اندرومیدل کے سحاب میں پایا جاتا ہے بالکل مختلف قسم کے طیف پیدا کرتے ہیں ان کے طیف بجائے چند چکدار خطوں کے مسلسل ہوتے ہیں، جس سے یہ نتیجہ نکل سکتا ہے کہ یہ روشنی چھوٹے چھوٹے مگر لاتعداد ستاروں کے ہجوم سے آتی ہے۔ اس قسم کے سحاب عموماً سفید ہوتے ہیں لیکن گیس کی سحاب کا رنگ نیلگوں ہوتا ہے۔

۲۰۹۔ طیف نامے سب سے مشہور اور قابل ذکر فوائد میں سے ایک یہ ہے کہ اس کی مدد سے ہم کسی ستارہ کی رفتار خطِ نگاہ میں زمین کی جانب یا اس کے مقابل آسانی سے ناپ سکتے ہیں۔ اگر روشنی کا ماخذ زمین کی طرف آ رہا ہو تو اس کے

نور کی موج کا طول کم ہو جائیگا کیونکہ اس صورت میں اہتر اڑوں کی فی ثانیہ جہتِ مقدار زمین تک پہنچنے کی وہ مابعد مذکور کے ساکن ہونے کی نسبت زیادہ ہوگی۔ برخلاف اس کے زمین سے دور ہٹنے کی صورت میں طولِ موج اسی مناسبت سے بڑھ جائیگا لیکن ہر ایک شعاع کی انعطاف پذیری اس کی موج کے طول پر منحصر ہے اور طولِ موج میں کمی ہونے سے شعاع مذکور طیف کے بنفشی سرے سے مقابلہ زیادہ نزدیک کرے گی۔ پس کسی ستارہ کے طیف کے اندر ہائیڈروجن یا کسی دوسری چیز کے خطوں کے مقامات کا مقابلہ آزادانہ طور پر ان خطوں کے مشاہدہ کئے ہوئے مقامات کے ساتھ کرنے سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ موجوں کے طول کم ہو گئے ہیں یا بڑھ گئے ہیں اور بناؤ علیہ جرم زیر غور زمین کی طرف یا اس کے مخالف سمت میں حرکت کر رہا ہے اور کس رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ یہ طریقہ ستاروں کی ایک کافی بڑی تعداد کی رفتاریں معلوم کرنے میں استعمال کیا گیا ہے اور نتائج محصلہ بعض صورتوں میں خطِ نگاہ میں ۲۰ یا ۳۰ میل فی ثانیہ کی رفتار ظاہر کرتے ہیں۔ اس طریقہ کے نظریہ کی تصدیق سورج کے مشاہدات سے نہایت عمدگی اور خوش اسلوبی کے ساتھ ہوتی ہے۔ چونکہ گردش کی وجہ سے سورج کا مشرقی کنارہ ہمارے نزدیک آتا ہے اور غربی کنارہ دور جاتا ہے۔ اس لئے ان کناروں کے طیفوں میں حسب تشریح بالا اختلاف پایا جاتا ہے اور اس مشاہدہ کردہ اختلاف کی بنا پر گردش کی جو مقدار محسوب کی جاتی ہے وہ گردش کی اصلی رفتار سے جو دوسرے ذرائع سے محسوب کی گئی ہے علاءِ مطابقت رکھتی ہے۔ (سورل بوٹ بال)

چودھواں باب

اجرامِ فلکی کی کمیتیں

۲۱۰۔ زمین کی کمیت اس کی قوتِ جاذبہ کا کسی اور معلومہ کمیت والے جسم کی

قوتِ جاذبہ کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔

۲۱۱۔ مسکیلین کا طریقہ۔ شی حالین نامی سکاٹ لینڈ کا ایک پہاڑ منتخب کیا گیا جسکی شکل اس قدر نقطہ تھی کہ اس کا حجم صحیح طور پر محسوب ہو سکتا تھا۔ نیز اس پہاڑ کی کثافتِ اضافی اس کے مختلف معدنیاتِ ترکیبی کے باہمی تناسب کی بنا پر معلوم کر لی گئی۔ اب اس پہاڑ کے شمال اور جنوب کی طرف ایک ہی نصف النہار پر دو رصد خانے تعمیر کئے گئے نقطہ کہ اس کا تعین سمتِ شاقول کے ذریعہ کرنے سے ان دو مقامات پر کسی منتخب ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے مشاہدہ کئے گئے۔ اب اگر ہر مشاہدہ کے وقت شاقول کی ڈوری ٹھیک نقطہ راس کی سمت میں ہو تو ظاہر ہے کہ ستارہ مذکور کے مشاہدہ کردہ نصف النہاری راسی فاصلوں کا فرق ان رصد خانوں کے عرض بلدوں کے فرق کے مساوی ہو گا۔ لیکن تجربہ سے معلوم ہوا کہ اول الذکر فرق آخر الذکر سے بقدر ۶ و ۱۱ کے زیادہ ہے، اس اختلاف کی صریحاً ایک ہی وجہ ہو سکتی ہے اور وہ یہ کہ پہاڑ شاقولوں کی ڈوریوں کو کشش کرتا ہے جس کی وجہ سے ایک ڈوری اصلی انقصابی سمت سے شمال کی طرف اور دوسری جنوب کی طرف اتنا ہٹ جاتی ہے کہ ان ہٹاؤں کا مجموعہ ۶ و ۱۱ ہو جاتا ہے۔

اب پہاڑ کے حجم کا زمین کے حجم کے ساتھ مقابلہ کرنے سے جداگانہ طور پر حساب لگا کر کہ اگر زمین کی اوسط کثافتِ اضافی پہاڑ کی اوسط کثافتِ اضافی کے مساوی ہو اس صورت میں شاقول کی ڈوریوں کا ہٹاؤ کس قدر ہوتا یہ محسوب کیا گیا کہ اس مفروضہ کی بنا پر کل ہٹاؤ بجائے ۶ و ۱۱ کے ۸ و ۲۰ ہونا چاہیئے۔ اس لئے اس سے یہ نتیجہ نکالا گیا کہ زمین کی کثافتِ اضافی پہاڑ کی کثافتِ اضافی سے نسبت ۸ و ۲۰ : ۶ و ۱۱ میں زیادہ ہے۔ اب شی حالین (جو گار کے پتھر، سنگِ ابرق، اور قلعہ جُونے کے پتھر کی تقریباً مساوی مقداروں سے مرکب ہے) کی اوسط کثافتِ اضافی ۲۰ و ۸ معلوم کر لی گئی۔ یہ کثافتِ اضافی معلوم ہو جانے پر نسبتِ بالا کے لحاظ سے فوراً یہ معلوم ہو گیا کہ زمین کی اوسط کثافتِ اضافی ۵ و ۲۰ ہے اگر زمین کا حجم معلوم ہو تو

اس سے زمین کی کثیت فوراً محسوب ہو سکتی ہے۔
 کیونڈش کا تجربہ۔ ذیل کا طریقہ پہلے پہل کیونڈش نے ۱۷۹۸ء میں اختیار کیا، اس نے ایک ہلکی چوبی سلاح لی جس کے دونوں سروں پر دو چھوٹے گولے لگے ہوئے تھے اور اس کو ایک نہایت باریک تار کے ذریعے افقی وضع میں لٹکا دیا۔ حالت سکون میں آجانے کے بعد دھات کے دو بڑے گولے چوبی سلاح کے متقابل جانب چھوٹے گولوں کے نزدیک لائے گئے متقابل جانب لانے کی وجہ یہ ہے کہ ان کی کششیں سلاح کو ایک ہی سمت میں منصرف کریں۔ اس طرح کچھ انصراف پیدا ہوتا ہے اور تار کی لمبائی اس انصراف کے مراعہ ہوتی ہے۔ اب بڑے گولوں کے محلوں کو بدل دیا جاتا ہے اور ان کو اول الذکر سمتوں کی متقابل سمتوں سے چھوٹے گولوں کے قریب لایا جاتا ہے۔ جس سے مخالف سمت میں اول الذکر انصراف کے مساوی انصراف پیدا ہوتا ہے ظاہر ہے کہ ہر صورت میں زاویۃ انصراف گیندوں کے انتہائی مقامات کے نصف فرق کے مساوی ہے۔ اب اگر زاویۃ انصراف طہ ہو تو جو جفت مروڑے ہوئے تار کو کھولنے کے لئے عمل کرتا ہے اس کی مقدار طہ ہوگی جہاں ہر ایک مستقل مقدار ہے جس کو تار کی مروڑ کی استواری کہتے ہیں۔
 اب ہر کی قیمت بڑے گیندوں کو مٹا لینے کے بعد سلاح کے اہتزازوں کے دور کی مدت کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے اور اس سے چھوٹے گولوں پر وحالت کے گولوں کی کشش کی مقدار محسوب ہو سکتی ہے۔ اس قوت کا مقابلہ زمین کی کشش کے ساتھ کرنے سے جس سے کہ یہ چھوٹے گولوں کو کھینچتی ہے، زمین کی کثیت کی نسبت ایک بڑے گولے کی کثیت کے ساتھ محسوب ہو سکتی ہے۔
 ایک اور طریقہ جسے پہلے پہل کیونڈش نے استعمال کیا تھا کھاڑیوں کے اندر جو ارجھاؤں کی کشش کو مشاہدہ کرنے پر مبنی ہے۔ یہی مقصد ایک گہری کان کی چوٹی اور تہ میں ایک رقا ص کے اہتزازوں کا مقابلہ کرنے سے بھی حاصل ہو سکتا ہے، ان کے علاوہ اور بہت سے تجربے ہیں جن کی تفصیل اس موقع پر مناسب معلوم نہیں ہوتی۔

سورج کی کثیت اور زمین کی کثیت کی نسبت کی تعیین

۲۱۲۔ فرض کرو کہ سورج سے زمین کا فاصلہ s ہے اور t اس کی دوری مدت ہے، نیز فرض کرو کہ زمین سے چاند کا فاصلہ s' اور اس کی دوری مدت t' بالترتیب h اور t' ہیں۔ لہذا اگر دونوں مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

$$\text{زمین کا عمودی اسراع سورج کی وجہ سے} = \frac{s'^2}{t'^2}$$

$$\text{چاند کا عمودی اسراع زمین کی وجہ سے} = \frac{s'^2}{t'^2}$$

لیکن اگر s اور s' بالترتیب سورج اور زمین کی کمیتوں کو تعبیر کریں تو ظاہر ہوا

کہ زمین کا اسراع سورج کی طرف، چاند کا اسراع زمین کی طرف۔

(ملاحظہ ہو نیوٹن کا کلیہ تجاذب دفعہ ۷۰) پس (اس کشش کو جو چھوٹے اجرام بڑے اجرام پر لگاتے ہیں نظر انداز کرنے سے)

$$\frac{s}{s'} : \frac{t}{t'} = \frac{m}{m'}$$

$$\text{یعنی} \quad \frac{s}{s'} : \frac{t}{t'} = \frac{m}{m'}$$

اگر ہم s کو تقریباً 385 کے اور t کو تقریباً 365 کے مساوی لیں تو مندرجہ بالا نتیجہ سے حاصل ہوتا ہے:۔

$$s : s' = \frac{385}{365} = m : m'$$

اب چونکہ زمین کی کمیت معلوم ہے اس لئے سورج کی کمیت معلوم ہو سکتی ہے

۲۱۳۔ سیاروں کی کمیتیں۔ سورج کی کمیت معلوم ہو چکنے کے بعد اب ہم کسی ایسے سیارہ کی کمیت جس کے ساتھ کوئی تابع بھی ہو نہایت آسانی سے معلوم

کر سکتے ہیں۔ مثلاً مشتری کی صورت میں فرض کرو کہ اس کے مدار کا نصف قطر s ہے اور t اس کی دوری مدت ہے نیز h اور t' بالترتیب اس کے

توابع میں سے کسی ایک کے مدار کے نصف قطر اور دوری مدت کو تعبیر کرتے ہیں۔
اب مشتری کی کمیت نش ذیل کے تناسب سے معلوم ہو سکتی ہے۔

$$\text{س : نش} = \frac{\text{م}^2}{\text{ت}^2} : \frac{\text{م}^2}{\text{ت}^2}$$

اس سے سورج کی کمیت کی نسبت مشتری کی کمیت کے ساتھ ۷۴۰ : ۱ نکلتی ہے، اگر ہم اپنے حسابات کو مشتری کے چار توابع میں سے کسی ایک تابع کی مشاہدہ کردہ دوری مدت اور اس کے اوسط فاصلہ پر مبنی کریں تو بھی ہمیں یہی نتیجہ حاصل ہوتا ہے جن سیاروں کے ساتھ کوئی تابع نہیں ان کی کمیتیں ان اثرات کو جو سیارے تندر کوڑ کی کشش سے دیگر اراکین نظام شمسی پر پیدا ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہیں۔

ثنائی ستاروں کی کمیتیں۔ اگر کسی ثنائی ستارہ کے مدار کا نصف محور اعظم اور نیز اس کی گردش کا دور معلوم ہو تو ہم سورج کی کمیت کی نسبت ثنائی ستارے کے افراد کی کمیتوں کے مجموعہ کے ساتھ ذیل کے تناسب سے معلوم کر سکتے ہیں۔

$$\text{س : م + م} = \frac{\text{م}^2}{\text{ت}^2} : \frac{\text{م}^2}{\text{ت}^2}$$

جہاں ثنائی ستارہ کے مدار کا نصف محور اعظم ہے، ت اس کی دوری مدت ہے اور م + م اس کے افراد کی کمیتوں کا مجموعہ ہے نیز س، س اور ت سے وہی مقادیر تعبیر ہوتی ہیں جو دفعہ گذشتہ میں، مثلاً صناعت ستارہ عہ قنطورس میں اس کے مدار کا نصف محور اعظم سورج اور زمین کے فاصلہ کا ۳۳۵ گنا ہے اور گردش کی مدت ۷۷ سال ہے، پس اس صورت میں

$$\text{س : م + م} = ۱ : \frac{۳۳۵^2}{۷۷^2}$$

یعنی م + م = ۲۵۱۴ س
اس سے ہم نتیجہ نکالتے ہیں کہ قنطورس عہ کے دو ستاروں کی کمیتوں کا

مجموعہ سورج کی کمیت کے دگنے سے قدرے زیادہ ہے۔

فلکی گوئے پر نوٹ

فلکی گوئے کی سطح پر ستاروں کے ظاہری مقامات اور کرہ سماوی کے مختلف دائروں کے مقامات مندرج ہوتے ہیں۔ یہ گولا ایک ایسے قالب کے اندر گھومتا ہے جس میں ایک پیتل کا نصف النہار (درجہ دار) لگا ہوتا ہے جو انتصابی سطح مستوی میں رہتا ہے اور نیز ایک چوڑا، افقی، چوبی حلقہ ہوتا ہے جو افق کو تعبیر کرتا ہے۔ اس چوبی افق پر سال کے مہینے اور دن، ہر دن کے لئے وقت کی مساوات اور سورج کا روزانہ طول بلد مرقوم ہوتے ہیں۔ نیز بارہ برج بھی ترتیب وار مندرج ہوتے ہیں، مزید براں سمتوں کو ناپنے کے لئے ایک دائرہ بھی درجوں میں منقسم ہوتا ہے۔ وہ سہارے جن کے گرد یہ گولا گھومتا ہے پیتل کے نصف النہار کے متقاطر نقطے ہوتے ہیں جو بالترتیب شمالی قطب سماوی اور جنوبی قطب سماوی کو تعبیر کرتے ہیں۔ گوئے کے شمالی قطب پر چھوٹا سا پیتل کا دائرہ ہوتا ہے جس کو ساعتی نمایندہ کہتے ہیں اور جس پر گھڑی ڈائریل کی طرح دن کے گھنٹوں کے نشان منقوش ہوتے ہیں۔ اس دائرہ کو انگلیوں کے ذریعہ گھما کر اس کے کسی ایک نشان کو نصف النہار کے مقابل میں لاسکتے ہیں لیکن جب اس کو ایک دفعہ جادیا جائے تو فرک کی وجہ سے یہ فلکی گوئے کے ساتھ گھومتا رہتا ہے۔

فلکی گوئے پر جو مختلف دائرے کھینچے ہوتے ہیں ان کے متعلق یہ اقربا ل مشاہدہ ہے کہ اسنو اور طریق شمس کی درجہ بندی درجوں اور درجہ کی کسروں میں کی جاتی ہے۔

فلکی گوئے کو اس طرح رکھنا کہ یکسی خاص مقام اور کسی خاص ظاہری وقت پر آسمان کی ہیئت کو تعبیر کرے

(۱) نصف النہار جو درجے لگے ہوئے ہیں ان کی مدد سے قطب کو اتنا اونچا کر جبنا کہ مقام مشاہدہ کا عرض بلد ہے۔

(۲) اس دن کے لئے طریق شمس پر سورج کا مقام معلوم کر دو (اس مقام کی تخصیص فلکی گوئے پر کاغذ کا چھوٹا سا ٹکڑا چپکانے سے ہو سکتی ہے) پھر فلکی گوئے کو اتنا گھماؤ کہ نشان

نصف النہار پر منطبق ہو جائے۔ اب ساعتی نمائندہ کو ۱۲ پر رکھو۔ تب یہ وضع ظاہری ظہر کے متناظر ہوگی۔

(۳) بالآخر گولے کو اس قدر گھماؤ کہ وہ ساعت جس پر آسمان کی ہیئت معلوم کرنا مقصود ہے نصف النہار پر آجائے۔ یہی محل مطلوب ہے۔

اگر گولے کو اس طرح رکھا جائے کہ نصف النہار کی سطح مستوی شمالاً جنوباً ہو تو اس سے آسمان پر کے کسی بھی ستارہ کی حقیقی سمت اور اس کا اصفائی مقام راست معلوم ہونے لگا۔

وہ وقت معلوم کرو تا جہاں کو کوئی جرم سماوی کسی دئے ہوئے مقام پر طلوع یا غروب ہوتا ہے

(۱) قطب کا ارتفاع اٹھانا و جتنا کہ اُس مقام کا عرض بلد ہے۔

(۲) فلکی گولے کو اٹھانا گھماؤ کہ طریق شمس پر سورج کا جو مقام ہے وہ نصف النہار

پر آجائے اب ساعتی نمائندہ کو ۱۲ پر رکھو۔

(۳) اب اگر یہیں طلوع کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھما کر جرم زریحہ کے مقام کو افق شرقی کنارہ پر لے آؤ اور اگر یہیں غروب کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھما کر مقام مذکور کو افق کے غربی کنارہ پر لے آؤ اور مطلوبہ وقت ساعتی نمائندہ سے پڑھ لو۔

اسی طریقہ سے کسی جرم سماوی کے نصف النہار پر پہنچنے کا وقت معلوم ہو سکتا ہے۔

مشقیں

۱۔ فلکی گولے کے ذریعہ طلوع شمس اور غروب شمس کے ظاہری اوقات

۱۵ اپریل کو معلوم کرو۔

۲۔ بتاؤ کہ اسی تاریخ کو شفق کتنے عرصہ تک رہتی ہے۔

۳۔ ۵ نومبر کو ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰ شمالی) میں دن کا طول معلوم کرو۔

۴۔ شعری (۱۱/۱۰) اگست کو (۲/۱۳) دسمبر کو ڈبلن کے نصف النہار کو کس وقت عبور کرتا ہے۔

۵۔ ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۴۷° ہے ستارہ سماک راج کسی خاص تاریخ کو

بجے شام کے وقت طلوع کرتا ہے۔ تاریخ کیا ہے۔

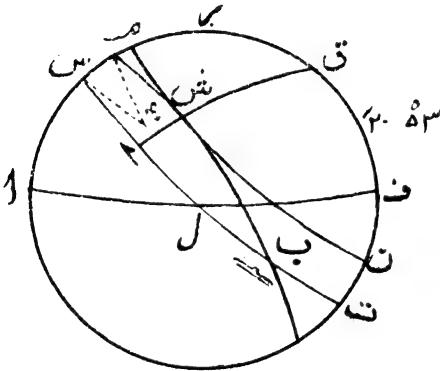
۶۔ ہمیں ڈبلن میں ۱۵ اکتوبر کو ۸ بجے شام کے وقت نسرو واقع کے عہ کی

تلاش آسمان کے کس حصہ پر کرنی چاہیے۔

زمین پر نصف النہاری خط کھینچنا

ایک ثابت افقی سطح مستوی پر پرکار کے ذریعے بہت سے ہم مرکز دائرے کھینچو۔ ان دائروں کے مشترک مرکز پر سیدھے تار کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا اس افقی سطح مستوی پر عمود وار ایستادہ کرو۔ قبل ظہر نقطہ پر اس تار کا سایہ کسی ایک دائرہ کو قطع کرتا ہے وہاں نشان لگاؤ نیز سایہ مذکور بعد ظہر جس نقطہ پر اسی دائرہ کو قطع کرتا ہے وہاں بھی نشان لگاؤ۔ اب اگر اس دائرہ کا ایک نصف قطر ایسا کھینچا جائے جو ان نقطوں کے درمیانی قوس کی تقصیف کرے تو یہ نصف قطر نصف النہار پر منطبق ہوگا۔ بہت سے دائرے اس لئے کھینچے گئے ہیں مبادا کہ بادل حاصل ہو کر ہمارے مشاہدات میں مانع ہو۔

ڈبلن (عوض بلد ۵۳° ۲۰) میں ۲۱ جون ۹ بجے صبح کو، افق، طویق شمس استوا اور سورج کے مقام کی تعیین منسلکی گولے پر۔



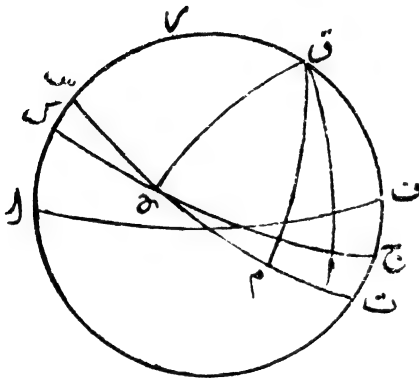
شکل (۸۵)

یہاں ق ف (شکل ۸۵)
کو جو افق الف کے اوپر قطب
کا ارتفاع ہے ۵۳° ۲۰ کے
مساوی بناؤ۔ س م = ۲۳
۲۸ قطع کرو اور م میں سے
م ن استوا س ت کے متوازی
کھینچو تب م ن سے ۲۱ جون
کو سورج کا ظاہری پویمہ راستہ
تعبیر ہوتا ہے، تب چونکہ ۹ بجے صبح
سورج کا ساعتی زاویہ ۵۴° ۵۸ مشرق

ہوتا ہے اس لئے س ل کی تقصیف ۱ پر کرو اور الف کو ملاؤ تب زاویہ س ق الف
۵۴° مشرقی کا ساعتی زاویہ ہے اور اس ساعت میں سورج کا مقام مش پر ہے۔ جہاں
مش، ق الف اور م ن کا نقطہ التقاطع ہے۔ اب چونکہ ۲۱ جون کو سورج کا صعود مستقیم ۹
درجہ ہوتا ہے اور اس محل ۴۰° سے مشرق کی طرف ناپا جاتا ہے اس لئے سورج میزان
سے ۹° مغرب کی طرف ہوگا اس لئے اب کو ۹۰° کے مساوی قطع کرو تب

ب پر ہے اور طریقی شمس بشب استوا کو سپر اور زیکرہ کو مقابل کی یعنی مغربی جانب
۴ پر قطع کرتا ہے۔

گرہ سہادی بروہ زاویے معلوم کرنا جن سے کوکبی وقت، اوسط شمسی وقت،
اوسط شمس کے صعود و مستقیم، ظاہری شمسی وقت اور وقت کی مساوات کی پیمائش ہو۔



شکل (۸۶)

یہاں ک ج طریقی شمس کو
تعبیر کرتا ہے جو استوا سے ت
کو ۴ پر قطع کرتا ہے، م اور ل
بالترتیب اوسط شمس اور ظاہری شمس
کے مقام میں جہاں اول الذکر استوا
پر ہے اور آخر الذکر طریقی شمس میں
ہے تب زاویہ س ق ۴ کو کوبی
وقت کی پیمائش کرے گا۔ زاویہ س ق م
وسط شمسی وقت ہوگا۔ م ق م اوسط
شمس کا صعود و مستقیم ہوگا۔ نیز ظاہری

شمسی وقت کی پیمائش زاویہ س ق ا سے اور وقت کی مساوات کی پیمائش زاویہ م ق ا سے ہوگی۔

مشقیں

۱۔ گولڈن میں ۲۱ مارچ کو (۱) طلوع کے وقت (۲) ظہر کے وقت اور (۳) ۳ بجے

بعد ظہر کے سہادی کی جو صورتیں نظر آتی ہیں ان کے نقشے کھینچو۔

۲۔ ایک مقام کا عرض بلد ۸۰ شمال ہے، اس مقام پر ۲۱ مئی کو صبح کے ۱۰ بجے اور

ظہر کے وقت گرہ سہادی کی جو شکل نظر آتی ہے اس کا نقشہ کھینچو۔

۳۔ اگر سال شمسی کا طول ما ہو کوکبی یوم کا طول سن ہو اور اوسط یوم کا طول
م ہو تو ثابت کرو کہ

$$\frac{1}{س} - \frac{1}{م} = \frac{1}{ا}$$

—————

امتحان کے پرچے

[سوالات ذیل از ۱ تا ۱۰۰ ڈبلن کی جامعہ میں سالِ دوم اور سالِ چہارم کے طلبہ کو دئے گئے تھے۔ ہر ایک پرچہ ۱۰ سوالات پر مشتمل تھا۔ باقی سوالات لندن ورائل یونیورسٹی آئرلینڈ کے امتحاناتِ طبلسان کے پرچوں سے اخذ کئے گئے ہیں]

۱۔ ”دوہرے ستاروں“ ”نئے ستاروں“ ”دوری ستاروں“ اور ”سحابوں“ کے متعلق تجھیں جو معلوم ہو بیان کرو۔

۲۔ صراحت کے ساتھ اس امر کی توضیح کرو کہ افق کے قریب سورج اور چاند کے قرص کیوں بیضوی شکل کے معلوم ہوتے ہیں۔

۳۔ اس فقرہ کی وضاحت کے ساتھ توجیہ کرو۔

”اب سے تقریباً ۱۳ ہزار سال کے بعد شمالی قطبِ سماوی قطبی ستارہ سے تقریباً ۹۰° کے فاصلہ پر ہوگا۔“

۴۔ سالانہ اختلافِ منظر سے کیا مراد ہے؟

(۱) اگر ایک ثابت ستارہ کے سالانہ اختلاف میں تقریباً ۱۶ سال کا عرصہ درکار ہوگا۔

۵۔ سیاروں کی گردش کی توجیہات جو ”کوپرنیکی نظام“ اور ”بطلمیوسی نظام“ سے موسوم ہیں انہیں بالتفصیل بیان کرو اور بتاؤ کہ اول الذکر کی تصدیق سیارہٴ سفلی کی صورت میں کس طرح ہو سکتی ہے۔

۶۔ کپلر کے کلیہ کو تسلیم کر کے ثابت کرو کہ کسی دو سیاروں کی رفتاروں اور سمتوں سے ان کے فاصلوں کے درمیان ربطِ ذیل ہوتا ہے۔ $r = \frac{a^3}{P^2}$ جہاں r اور P رفتاریں ہیں اور a اور P فاصلے۔

۷۔ بتاؤ کہ قمر کا کوئی دور کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ نیز بتاؤ کہ ٹھیک اقترا فی دور کس طرح محسوب کیا جاتا ہے۔

۸۔ چاند گرہن کے اسباب بیان کرو۔ یہ منظر ہر بدر پر کیوں وقوع پذیر نہیں ہوتا۔ چاند گرہن

کی حد و کس طرح متعین کی جاتی ہیں۔
 ۹۔ نصف النہاری دائرہ کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ اسے کسی ستارہ کا (۱) میل (ب) صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لئے کس طرح استعمال کرتے ہیں۔
 ۱۰۔ ڈبلن (۵۰° ۱۵' مغرب) میں جب ۱۰ بجے قبل ظہر وقت ہوتا ہے تو بتاؤ دائرہ (۱۶) ۱۰ (مشرق) اور شکارگو (۸۰° ۴۰' مغرب) میں کیا وقت ہوگا۔

(۳)

۱۱۔ بتاؤ کسی نصف النہار کے ایک درجہ کی پیمائش کس طرح کی جاتی ہے۔ ایک درجہ کے طول کو ۶۹ میل مان کر زمین کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔
 ۱۲۔ کرہ ہوائی سے نور کے انعطاف کا جو اثر کسی ستارہ کے ظاہری مقام پر پڑتا ہے اس کی توضیح شکل کھینچ کر دو۔ نیز بتاؤ کہ انعطاف کی مقدار تقریباً ستارہ کے راسی فاصلہ کے تناسب ہوتی ہے۔

۱۳۔ شفق کی وجہ بیان کرو۔

(۱) کیا شفق پیرس (عرض بلد ۴۸° ۵۰') میں کبھی رات بھرہ سکتی ہے۔ اپنے جواب کی تائید میں کوئی دلیل پیش کرو۔

۱۴۔ ایک ابدسی الظہور ستارہ، نصف النہار کو ارتفاع ۱۰° ۱۱' اور ۲۲° ۱۵' ۳۱' پر عبور کرتا ہے مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا قطبی فاصلہ معلوم کرو۔

۱۵۔ مشتری کی مشرقی اور غربی تربیعوں کے درمیان ۵۱۵ دن کا وقفہ ہوتا ہے اور دو مقابلوں کے درمیان تقریباً ۴۰۰ دن کا اس ستارہ کا سالانہ اختلاف مشہور معلوم کرو۔
 ۱۶۔ بتاؤ کہ چاند کے کسی پہاڑ کی بلندی تاریکی اور روشنی کی حد فاصل سے کسی سچکدار و صیحا جو چاند کے کسی تاریک حصہ میں مشاہدہ کیا جائے فاصلہ معلوم کرنے سے کس طرح محسوب ہو سکتی ہے۔

نیز مندرجہ ذیل تقریبی ضابطہ ثابت کرو۔

بلندی میلوں میں = ۵۳۴ × ۲ قم ع جہاں م نسبت ہے مشاہدہ کردہ فاصلہ

کی چاند کے نصف قطر کے ساتھ ادع چاند کا ابتداء ہے۔

۱۷۔ کسی علوی سیارہ کی دوری مدت کو زمین کی دوری مدت اور دو متواتر مقابلوں کی مشاہدہ کردہ درمیانی مدت کے ذریعہ محسوب کرنے کا ضابطہ ثابت کرو۔

۱۸۔ ثابت کرو کہ کسی علوی سیارہ کا نصف سے زیادہ حصہ ہمیشہ دکھائی دیتا ہے اور سیارہ بوقتِ تربیع زیادہ سے زیادہ مقنّب ہوتا ہے۔

۱۹۔ سورج گرہن اور چاند گرہن کی عام طور پر توجیہ کرو۔

۲۰۔ ”وقت کی مساوات کی تعریف کرو۔ اور بتاؤ کہ یہ کن اسباب سے پیدا ہوتی ہے۔ اس کی بڑی سے بڑی قیمت کیا ہے۔ سال میں یہ کتنی مرتبہ معدوم ہوتی ہے اور کن تاریخوں پر۔“

(۳۳)

۲۱۔ مہتممین کے ظاہری راسی فاصلے نیچے کے اور اوپر کے مروروں کے وقت بالترتیب ۵۵ ۴ ۳ ۲ ۱ اور ۳۵ ۴ ۳ ۲ ۱ آگے۔ ان مشاہدات میں انعطافات کی مقداریں بالترتیب ۳ ۲ ۱ ۳ ۲ ۱ اور ۱ ۲ ۳ تھیں۔ ستارہ مذکور کا نیل اور مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔

۲۲۔ تفصیل کے ساتھ بیان کرو کہ کسی ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع ایک سکند کی کس قدر تک صحیح صحیح کس طرح مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔

۲۳۔ ستاروں کے مقام پر ضلالتِ نور کا جو اثر ہوتا ہے اُس کی راست توجیہ کرو اور بتاؤ کہ کرہ سماوی پردہ کس نقطہ کی طرف مٹے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

۲۴۔ ضلالتِ نور کی قدر میں سکندوں کی تعداد محسوب کرو۔

۲۵۔ مظاہرِ ذیل کی نوعیت پر تفصیلی بحث کرو۔

(۱) اعتدالین کا استقبال (دب) کبوتر

ان کی موجودگی کن مشاہدوں سے دریافت ہوتی ہے۔ ان کے دور اور ان کی مقداریں بتاؤ۔ ۲۶۔ زمین، چاند کے فاصلہ پر جو سایہ ڈالتی ہے اُس سایہ کی چوڑائی کے محاذی زمین پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کے لئے سورج کے نصف قطر اور سورج اور چاند کے افقی اختلافِ منظر کی رقوم میں ایک جملہ دریافت کرو۔

یہ زاویہ بڑے سے بڑا اور چھوٹے سے چھوٹا کب ہوتا ہے۔

۲۷۔ ”شہابی بوجھار کے نقطۂ اشعاع“ سے کیا مراد ہے؟ شہابوں اور دُمدار تاروں کا

ابھی تعلق کن دلائل پر مبنی ہے۔

۲۸۔ یہ فرض کر کے کہ ستاروں کے مدار دائرے ہیں اور سب دائروں کا مشترک مرکز سورج ہے مشتری کے سالانہ اختلاف منظر کے لئے ایک جلد اس کے اقترانی دور اور دو متواتر تریسوں کے درمیانی وقفہ کی رقوم میں معلوم کرو۔

۲۹۔ سمندر پر طول بلد معلوم کرنے کے قمری طریقہ کی تشریح کرو اور اس کے نقائص بیان کرو۔
۳۰۔ اس فقرہ کی توضیح کرو "اگر چاند زمین کے گرد تقریباً تین یوم میں گردش کرتا تو طول بلد ایسی ہی آسانی سے معلوم ہو سکتا جیسے عرض بلد۔"

(۴)

۳۱۔ آندھرو کی تشریح کرو۔ اور ان خطاؤں کی نوعیت بیان کرو جن کی تصحیح ضروری ہوتی ہے۔
۳۲۔ زمین کے قرص کے محاذی چاند پر جزا دیہ بنتا ہے اسے تم کس طرح معلوم کر سکتے ہو؟
۳۳۔ کسی ستارہ کے اصلی مقام سے بوجہ ضلالت اس کے ظاہری مقام سے کی تہمین کے لئے ذیل کا عدد ثابت کرو۔

فرض کرو کہ سورج س سے اور ز طریق الشمس پر ایک ایسا نقطہ ہے جو س سے ۹۰ پیچھے ہے، تب مدارِ کبیر سے ز واقع ہوگا اور سے سے = ۲۰.۵ جب سے ز۔
۳۴۔ انعطاف کی قدر کے لئے بریڈلے کا ضابطہ حاصل کرو۔ اور صحیح صحیح بیان کرو کہ اس کو استعمال کرنے کے لئے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے۔

۳۵۔ ان اصطلاحات سے کیا مراد ہے "چاند کا دورِ چنی یا قمریہ" (Lunation)
اور دورِ مدتِ شمس دورِ مدتِ معلوم کرو جبکہ قمریہ کی قیمت ۵۸۸۷.۵۳۰۹۵۳۰۹ یوم ہے۔
۳۶۔ ذیل کے بیان کی تصدیق کرو "۹ سال کے بعد سورج اور چاند بلحاظ ثابت ستاروں کے پھر اسی اضافی مقام پر آجائے ہیں اور بدر پھر مہینہ کی انہی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن ایک گھنٹہ قبل۔"

۳۷۔ شکل کھینچ کر مندرجہ ذیل کے اضافی مقامات دکھاؤ۔ نبات النعش (Plough)
قطبی ستارہ، ساک راج (Arcturus) سنبلہ (Spica) مہسک العنان (Capella)۔

۳۸۔ ثابت کرو کہ جس وقت زہرہ کا مرور واقع ہونے کو ہوتا ہے تو زہرہ اور سورج ۴"

- نی منٹ کی رفتار سے ایک دوسرے کے قریب آتے معلوم ہوتے ہیں۔
 ۳۹۔ ڈبلن کے عرض بلد کے لئے فوکو (Foucault) کے رقا ص کا تجربہ بیان کرو اور اُس کی توجیہ کرو۔
 ۴۰۔ مشاہدہ کی بنا پر زمین کا مدارِ پیمانہ کا لحاظ کرتے ہوئے کس طرح کھینچا جائیگا۔

(۵)

- ۴۱۔ آڈمرور کی تشریح کرو اور اس کے خطِ منطاری کی معیج تعریف کرو۔
 ۴۲۔ بتاؤ کہ کوئی زاویہ ایک سکند کی کس تک صحت کے ساتھ کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔
 ۴۳۔ چند ایسے واقعات بیان کرو جو صحت کے ساتھ مشاہدہ ہوئے ہیں اور جن کی توجیہ سوائے اس مفروضہ کے کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے اور کسی طرح نہیں کی جاسکتی۔
 ۴۴۔ منالست لوز کی براہِ راست توجیہ کرو اور منالست کا مستقل محسوب کرو۔
 ۴۵۔ یہ تسلیم کر کے کہ انعطاف کی مقدارِ رئسی فاصلہ کے ماس کے متناسب ہوتی ہے بتاؤ کہ انعطاف کی قدر کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔
 ۴۶۔ ”بحری جہتِ رائی“ میں سورج کا میل ہر تین تین گھنٹے کے وقفہ کے لحاظ سے مندرج ہوتا ہے۔ بتاؤ کہ اس سے سورج کا میل ہر کسی آن کے لئے کس طرح محسوب کیا جاسکتا ہے۔
 بتاؤ علیہ سورج کے ایک مشاہدہ سے مقام کا عرض بلد معلوم کرو۔
 ۴۷۔ اعتدالیں ربیع و خریف کی شام کو بوقتِ غروب خطِ استوا، طریقِ شمس اور افق کے محلِ شکل کھینچ کر دکھاؤ۔ اور ہر صورت میں ڈبلن کے عرض بلد کے لئے افق اور طریقِ شمس کا درمیانی زاویہ محسوب کرو۔
 ۴۸۔ کہو اور اعتدالین کے استقبال سے کیا مراد ہے اُن کی موجودگی کا کس طرح پتا چلائے۔
 ۴۹۔ کسی معینہ نصف النہار پر اوسط وقت اور اس کے متناظر کو کسی وقت کے باہمی ربط کے متعلق ذیل کے بیان کی تصدیق کرو۔
 کوکبی وقت = اوسط وقت + اوسط سورج کا صغیر مستقیم۔
 ۵۰۔ چاند کی دوری مدت معلوم کرنے کے لئے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے یہ اسے محسوب کرنے کے لئے جس ضابطہ کی ضرورت ہے اُسے لکھ ڈالو۔

- ۵۱۔ یہ فرض کر کے کہ زمین ایک کرہ ہے بتاؤ کہ اس کا قطر کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔
- ۵۲۔ شکل کھینچ کر سمجھاؤ کہ سورج کے نیل کی تبدیلی سے موسموں کا تو اثر کس طرح پیدا ہوتا ہے۔
- ۵۳۔ جن مقامات پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے ان کے عرض بلد کی حدود بتاؤ جبکہ سورج کا نیل 10° ۱۵' ہو۔
- ۵۴۔ یہ فرض کر کے کہ چاند کا انحنی اختلاف منظر $\frac{1}{4}$ ہے اور ظاہری قطر 43° ۱۹' ہے اس کا قطر سیلوں میں معلوم کرو۔
- ۵۵۔ عطارد کے اسفل اقترانوں کا درمیانی وقفہ ۸ ۱۱۵ دن ہے اس کی دوری مدت معلوم کرو۔
- ۵۶۔ مختلف موسموں میں چاند کے طلوع و غروب کے متعلق مختصر مضمون لکھو۔
- ۵۷۔ کسی مقام کا نصف النہار کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے تفصیل سے بیان کرو۔
- ۵۸۔ سیندر پر طول بلد معلوم کرنے کا قمری طریقہ مع اس کے نقصان کے بیان کرو۔
- ۵۹۔ سیارہ زہرہ کی اتما منت اور رجعی حرکت کی توجیہ کرو۔
- ۶۰۔ سیاروں کے خاصاوں کے متعلق بھڑکا کلیہ کیا ہے۔
- (۱)
- ۶۱۔ یہ معلوم کرنے کے لئے کہ کسی معینہ تاریخ کو شب کے کسی خاص گھنٹے میں کسی خاص مقام پر کون کون سے ستارے دکھائی دیں گے تم سما دی گولہ کس طرح استعمال کرو گے۔
- ۶۲۔ یہ فرض کر کے کہ باقی تمام قسم کی تصحیحیں ہو چکی ہیں اس امر کا اطمینان کس طرح کیا جاسکتا ہے کہ وہ بڑا دائرہ جس پر آکر مرور کا خط منظاری حرکت کرتا ہے اس مقام کے نصف النہار پر منطبق ہوتا ہے۔
- ۶۳۔ کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے جتنا $\frac{5}{11}$ معلوم کیا گیا ہے یہ فرض کر کے کہ 5° کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار 2° ۵۸' ہے ستارہ مذکور کا صحیح مقام محسوب کرو۔
- ۶۴۔ کسی معینہ تاریخ پر اوسط ظہر کو کبھی وقت ۱۴ گھنٹے تھا بتاؤ کہ اوسط دوپہر کو ۵۰ دن کے بعد اسی مقام پر کبھی وقت کیا ہوگا۔ شمسی سال کا طول $\frac{1}{4}$ ۳۶۵ دن مانا جائے۔
- ۶۵۔ ان مختلف اسباب کی تشریح کرو جن کی وجہ سے ہم چاند کی نصف سطح سے کچھ زیادہ دیکھ سکتے ہیں۔

۶۶۔ طریق الشمس پر ایک ستارہ کا طول بلد ۵۵ ہے منکلات کی وجہ سے ستارہ مذکور کے مقام کی تبدیلی معلوم کرو جبکہ سورج کا طول بلد ۳۵ ہو۔ منکلات کا مستقل ۳۵ و ۲۰ مانا جائے۔
۶۷۔ سورج سے زہرہ اور زمین کے جو فاصلے ہیں ان کی نسبت معلوم کرنے کا طریقہ بالتشریح بیان کرو۔

۶۸۔ صحیح صحیح بیان کرو کہ سمندر پر عرض بلد کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔
۶۹۔ مشتری کے توانے کے متعلق ہم ذیل کے مشاہدات کر سکتے ہیں۔ ان کے سائوں کا مردر اس کے قرص پر ان کے گرہن، ان کے احتجاج اور خود ان کے مرور۔ شکل کھینچ کر ان مظہرات کی توضیح کرو۔

۷۰۔ یہ فرض کر کے کہ سیاروں کے مدار دائرے ہیں جو ایک ہی سطح مستوی میں یکساں رفتار سے متحرک ہوتے ہیں کسی سیارہ کی دوری مدت کے لئے فاصلہ معلوم کرو جبکہ دو اقترانوں کی درمیانی مدت معلوم ہو۔

(۸)

۷۱۔ اگر تمھیں ایک سماوی گولہ دیا جائے تو بتاؤ اس کو استعمال کر کے تم کس طرح معلوم کرو گے کہ ۳۳ جنوری ۱۸۹۶ء کو ڈبلن میں قلب اسد تقریباً کس وقت نصف النہار پر سے گزرے گا۔
۷۲۔ اصطلاحات ذیل کی تعریف کرو۔ صعود، مستقیم میل، سماوی طول بلد، سمت۔
۷۳۔ سورج کا چھوٹے سے چھوٹا ظاہری قطر ۳۱' ۲۸" اور بڑے سے بڑا ۳۲' ۳۶" ہوتا ہے۔ اس سے زمین کے مدار کا خروج المکرر محسوب کرو۔

۷۴۔ زمین کے گرد چاند کی حرکتوں پر عام طور پر تفصیلاً بحث کرو۔
۷۵۔ ایک شکل کھینچ کر زہرہ کی ظاہری اضافی جسامت اور اس کے قرص کے ان حصوں کو دکھاؤ جو منور معلوم ہوتے ہیں جبکہ زہرہ بالترتیب عین اقتران سفلی میں آنے سے کچھ پہلے ہو جبکہ اس کی روشنی اعظم ہو جبکہ یہ مقتب ہو اور جبکہ یہ اقتران علوی پر ہو۔

۷۶۔ مشتری کا بیرونی تاج مشتری سے ۱۱ لاکھ ۷۰ ہزار میل کے فاصلہ پر ہے اور وہ مشتری کے گرد ۱۶ دن ۱۶ گھنٹوں میں ایک کمال گردش کرتا ہے۔ اگر یہ معلوم ہو کہ سب سے اندرونی تاج مشتری سے ۲ لاکھ ۶۲ ہزار میل کے فاصلہ پر ہے تو محسوب کرو کہ اسے مشتری کے گرد ایک گردش پوری کرنے کے لئے کتنی مدت چاہیے۔

۷۷۔ ثابت کرو کہ جب ہم مریخ کے قریب ترین ہوتے ہیں تو اس کی ظاہری حرکت جبری ہوتی ہے

اور جب بعید ترین ہوتے ہیں تو حرکت راست ہوتی ہے۔

۷۸ — نور کی خضالت کی وجہ سے کوئی ستارہ اپنے اصلی مقام سے زیادہ سے زیادہ ۳۰۰ ہٹا ہوا معلوم ہو سکتا ہے۔ اس بنا پر نور کی رفتار محسوب کر دینے فرض کر کے کہ زمین ۱۹ میل فی سکند کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔

۷۹۔ یہ تسلیم کر کے کہ کسی خاص روز گریچ میں اوسط سورج کا صعود مستقیم ۱۲ بجے ۱۰ گھنٹے تھا ایک ایسے مقام پر جس کا طول بلد ۹۰ مغرب ہے اسی روز معمولی گھڑی میں کیا وقت ہوگا جبکہ اُس مقام پر بہتتی گھڑی کا وقت ۴ گھنٹے ہو۔ تم فرض کر سکتے ہو کہ کوکبی دن ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ کا ہوتا ہے۔

۸۰۔ کن امور میں ستیادوں کی حرکتیں انیکے، بیلا، اور ھیملی کے سے دودار تاروں کی حرکتوں کے مشابہ ہیں اور کن میں مختلف۔

(4)

۸۔ تفصیل کے ساتھ بتاؤ کہ کن پیمائشوں اور حسابی غلوں سے زمین کے قطر کا طول معلوم کیا جاتا ہے۔

۸۲۔ کرہ ہوائی کے انعطاف کا کلیہ جان کرو اور اسے ثابت کرو۔

انفی، انطاف تقریباً ۳۵ ہے۔ تم اسے کسطر ثابت کرو گے۔

۳۸۔ سورج کے گرد زمین کی سالانہ گردش کے متعلق اپنے دلائل بیان کرو۔

۸۴۔ — تھیں شمسی دھبوں کے متعلق جو معلوم ہے بیان کر دو اور بتاؤ کہ ان کے مشاہدات سے کیا نتائج اخذ کئے جاتے ہیں۔

۸۵۔ اگر کوئی مشاہدہ کنندہ قطب شمالی تک پہنچ سکتا اور وہاں اعتدال ربیع سے اعتدال خریف تک ٹھہر سکتا تو بتاؤ کہ (۱) وہ سورج کی روشنی اور (۲) چاند کی روشنی کے متعلق کیا نظریات دیکھے گا۔

۸۶۔ چاند کی اقترانی مدت ۵۳ ۲۹ دن فرض کر کے اس کی کوکبی مدت معلوم کرو۔
 اقترانی مدت صحیح صحیح کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

۸۷۔ اعتدالِ ربیع کے قریب نئے چاند کے طلوع میں ہر شہر کو جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال کے کسی دوسرے وقت کے نئے چاند کی تاخیر سے کم ہے۔ اس منظر کی توجہ کر۔

۸۸ — سورج گرہن کا سبب بیان کرو اور تفصیل سے بتاؤ کہ کن حالات میں یہ (۱) کامل

(۲) ناقص اور (۳) حلقہ نما ہوگا۔

- ۸۹۔ تیارہ عطارہ کی رفتار ۳۰ میل فی سکند فرض کر کے زحل کی رفتار جوڈ کے کلیہ سے محسوب کرو۔
۹۰۔ سمندر پر (۱) وقت پیمائے ذریعہ (۲) چاند کے مشاہدات سے طول بلد معلوم کرنے کے طریقے صحیح صحیح تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

(۱۰)

- ۹۱۔ اُن مشاہدات کو بیان کرو جن کی مدد سے زمین کا فاصلہ سورج سے معیاری گز کی رقم میں معلوم کیا جاتا ہے (زمین کو کامل کرہ فرض کر سکتے ہیں)۔
۹۲۔ ان کے علاوہ اور کونسے مشاہدات چند ثابت ستاروں کے فاصلے محسوب کرنے کے لئے ضروری ہیں۔
۹۳۔ ایک مقام کا عرض بلد ۵۸° ۵۹° شمال ہے وسط سر اور وسط گرام کے روز مقام مذکور پر سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔
۹۴۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ بعض ستارے سورج سے تمام زاویہ فاصلوں پر دکھائی دیتے ہیں اور بعض صرف اُس صورت میں دکھائی دیتے ہیں جبکہ وہ سورج سے ایک خاص زاویہ فاصلہ کے اندر واقع ہوتے ہیں۔
۹۵۔ بھینسی گھڑی کو کس طرح تنظیم دیا جاتا ہے۔
۹۶۔ اس امر کی توجیہ کس طرح کرو گے کہ شہاب ثاقب کی بعض بڑی پیمائشیں دوری ہوتی ہیں۔
۹۷۔ اس امر سے کہ چاند ہمیشہ زمین کے سامنے اپنا وہی رخ رکھتا ہے اپنے محور کے گرد چاند کی حرکت کی مدت کس طرح محسوب کی جاتی ہے۔
۹۸۔ موسم گرما موسم سرد سے لمبا کیوں ہوتا ہے۔ کیا جنوبی نصف کرہ کے لئے بھی یہ کہنا درست ہے۔
۹۹۔ کسی معینہ مقام پر سال کے موسموں کے ساتھ ساتھ شفق کی مدت کیسے بدلتی رہتی ہے۔
۱۰۰۔ اسے کس طرح ثابت کرینگے کہ ستارہ کا ارتفاع انعطاف کی وجہ سے ایسے بدلتا ہے جیسے راسی فاصلہ کا ماس۔

(۱۱)

متفرق سوالات

- ۱۰۱۔ ستاروں کی دوری مدتوں کے متعلق کھیلو کا کلیہ بیان کرو اور اسے مستقیم مداروں کی صورت

میں کلیہ تجاذب سے اخذ کرو۔ ایک شہابیہ کی دوری مدت محسوب کرو جو سورج کے گرد اس کی سطح کے قریب مستدیرہ دار بنارہا ہو۔
(بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۲۔ یکم مارچ کو استوا پر کے کسی مقام پر سورج کے طلوع ہونے کے لئے کتنا عرصہ چاہیئے؟ کیا یہ عرصہ دوسرے اوقات میں اور دوسرے مقامات پر کے تناظر عرصہ سے بڑا ہوتا ہے یا چھوٹا؟ اگر مشاہدہ کنندہ سمندر میں جہاز پر کجباب ۱۰ میل فی گھنٹہ رفتار سے ٹھیک مشرق کی جانب سفر کر رہا ہو تو اس عرصہ میں کیا فرق واقع ہوگا۔ (سورج کے قطر کو نصف درجہ تصور کر سکتے ہیں)۔
(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۳۔ کسی جرم فلکی کا میل مشاہدہ سے کس طرح معلوم کیا جاتا ہے؟ چاند کے مرکز کا میل ایک جی آن میں دو مختلف عرض بلدوں پر کی رصدہ گاہوں میں مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ ثابت کرو کہ نتائج میں زاویہ کے اختلاف کی مقدار اسی رتبہ کی ہوگی جس رتبہ کی ایک درجہ کی مقدار ہوتی ہے۔ نیز چاند کا جو میل بحری جہت میں سمندر جہاز ہوتا ہے اس کے صحیح معنی بیان کرو۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۴۔ صلیب جنوبی کے ستاروں کا مجمع صعود مستقیم ۱۲ پر ہے اور شمالی قطبی فاصلہ ۵۲ پر۔ وہ بڑے سے بڑا شمالی عرض بلد معلوم کرو جس پر کبھی دکھائی دیتا ہے اور یہ بھی بتاؤ کہ سال میں یہ کس وقت دکھائی دے سکتا ہے۔
(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۵۔ سطح زمین پر طول بلد کی صحیح صحیح تعریف کرو اور وہ اصول بیان کرو جن کے ذریعے اس کی تعیین کی جاتی ہے۔ استوا پر طول بلد کے ایک درجہ کے طول کو، عرض بلد کے ایک درجہ کے طول کے ساتھ جو نسبت ہے اُسے معلوم کرو۔ جبکہ زمین کو ایک کرہ فرض کیا جائے۔

(بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۶۔ موسموں کے اسباب کی تشریح کرو، اگر زمین کا محور طریقی شمس پر تقریباً علی القواہم ہوتا تو انکی نوعیت کیا ہوتی۔

(بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۷۔ کسی ستارہ کا اختلاف منظر کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ ایک ستارہ کا اختلاف منظر ۵۰ درجہ دیا گیا ہے اس کا فاصلہ ایسے اعداد تک صحیح صحیح معلوم کرو جو عملاً قابل اعتماد ہوں۔
(بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۸۔ یہ معلوم ہے کہ ایک قمریہ ۲۹.۵۳۰۶ دن کا ہوتا ہے اور چاند کے عقدہ کا قمری گرو مشن کا دور ۳۴.۶۵۶ دن کا ہوتا ہے۔ مکمل تشریح کے ساتھ ثابت کر کہ سورج اور چاند کے گریز تقریباً ۱۸ سال ۱۰ دن کے وقفہ کے بعد اپنی سابقہ ترتیب میں نمودار ہونگے۔

(بی۔ ایس سی۔ لندن)

۱۰۹۔ ضلالتِ نور کا اثر ہمیشہ مشاہدات پر کیا ہوتا ہے اس کی تشریح کرو۔ کیا ستاروں کے مشاہدات میں ضلالتِ نور کی وجہ سے جو فضا میں نظام شمسی کی حرکت سے پیدا ہوئی ہو تصحیح کرنا ضروری ہوتا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لندن)

۱۱۰۔ مدارِ ارض کا خروج المرکز $\frac{1}{4}$ ہے۔ بتاؤ کہ ضلالتِ نور کی تکرار کتنا فی صدی اس وجہ سے دو دن سال میں بدلتا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لندن)

۱۱۱۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ چھوٹے سے چھوٹے دن کے بعد چند دنوں تک معمولی چھڑی کی بو سے طلوعِ آفتاب کا وقت پیچھے ہٹا جاتا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۲۔ کن مشاہدات سے اعتدالین کا استقبال معلوم کیا گیا ہے۔ اس کا اثر کسی ستارہ کے صعود و نیمیل، عرض بلد اور طول بلد پر کیا پڑتا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۳۔ تم سورج کا میل جبکہ یہ افق کے شمال مشرقی نقطہ پر طلوع کر رہا ہو کس طرح معلوم کرو گے۔

(بی۔ ایس سی۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۴۔ ہمیں زہرہ اور زمین کی دوری مدت معلوم ہے بتاؤ کہ زہرہ کے بڑے سے بڑے مشرقی اور مغربی ابتداءوں کا درمیانی وقفہ مشاہدہ کرنے سے اس کا فاصلہ (سورج سے) زمین کے مدار کے نصف قطر کی رقم میں کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۵۔ ایک ستارہ سفلی کا بڑے سے بڑا ابتداء معلوم ہے اس سے سیارہ مذکور کی دوری مدت محسوب کرو۔ کسی ستارہ کی اقترانی مدت سے کیا مراد ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۶۔ ثابت کرو کہ چاند، زمین اور سورج کی کششوں کے زیر اثر حرکت کرتے ہوئے ہمیشہ سورج کی طرف غل کرنے والی ایک ترکیبی قوت کے زیرِ غل ہوتا ہے اور بناءً علیہ اس کا مدار ہمیشہ سورج کی طرف مقعر ہوتا ہے [چاند کے مدار کا نصف قطر زمین کے مدار کے نصف قطر کا $\frac{1}{16}$ مانا جاسکتا ہے اور مہینہ اور سال کے طولِ فرض کر لئے جاسکتے ہیں]۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۷۔ سترھویں صدی عیسوی میں ریشیئر (Richer) نے یہ معلوم کیا کہ اگر ایک رومی گھڑی جیسے پیرس میں ٹھیک کر کے چلا گیا تھا جب کینن (Cayenne) پہنچی تو یہ ہر روز ۲ منٹ ۲۸ سکند بجھی رہ جاتی تھی۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ کرو کہ جاذبہ ارض کینن میں نسبت پیرس کے تقریباً بقدر ۱۱ و۔ فٹ پونڈ اکائی کے کم ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۸۔ سیاروں کی کمیتیں ان کے توابع کی دوری مدتوں کو مشاہدہ کرنے سے کس طرح معلوم ہو سکتی ہیں۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۹۔ تفصیلاً بیان کرو کہ نصف النہار پر سے ایک ابدی انظہور ستارہ کے دوروں کو مشاہدہ کرنے سے (۱) ستارہ مذکور کا پیرل اور (۲) رصد گاہ کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔ عرض بلد میں ایک سکند کی خطا سطح زمین پر کتنے فٹ کی خطا کے متناظر ہوگی۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۰۔ رصد گاہ میں ٹیپتی گھڑی کی خطا کی شرح ٹھیک کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۱۔ وقت کی مساوات سے کیا مراد ہے اسکی مقدار دورانِ سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے۔ یکم نومبر کو طلوعِ شمس اور غروبِ شمس کے اوقات بلحاظ اوسط وقت کے بالترتیب ۶ گھنٹے ۴۵ منٹ اور ۴ گھنٹے ۳۳ منٹ ہیں اُس دن کے لئے وقت کی مساوات معلوم کرو۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۲۔ طول بلد کے ایک درجہ کا طولِ براہِ راست کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔ یہ مختلف عرض بلد میں کس طرح مختلف ہوتا ہے۔

ایک نقشہ میں یہ درج ہے کہ **ثور و روج** میں وقت گریج کے وقت سے ۲ منٹ ۳۲ سکینڈ بچھے ہیں اور **نار و روج** میں ۵ منٹ ۸ سکینڈ آگے۔ ان مقامات کے طول بلدوں کا فرق درجوں میں معلوم کرو۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۳ — تفصیلاً بیان کرو کہ چاند کا فاصلہ کس طرح ناپا گیا ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۴ — ستاروں کے ظاہری مقام پر ضلالت لور کا جواز ہوتا ہے اسے تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۵ — ثابت کرو کہ شہابوں کا ایک جھنڈ جو متوازی خطوں میں حرکت کرتا ہوا زمین کے گرد ہوائی میں سے گزرتا ہے تو ایسا معلوم ہوتا ہے گویا ایک نقطہ سے اس کا استعارہ ہوتا ہے۔ نیز ثابت کرو اس نقطہ کی سمت اور زمین کی حرکت اور شہابوں کی رفتار کا لحاظ رکھتے ہوئے نقصان میں ان کی اصلی حرکت کی سمت کس طرح معلوم ہو سکتی ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۶ — اگر ایک ابدی الظہور ستارہ کے ظاہری نصف النہاری ارتفاع ۵۴° اور ۶۰° ہوں تو اس ستارہ کا میل اور مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو و لفظات کی قدر ۲ و ۸° ہے۔

۱۲۷ — یہ معلوم کرنے کے لئے کہ زہر زیادہ سے زیادہ جگہ کس وقت ہوتا ہے کن شدائد کو ملحوظ رکھنا پڑیگا۔ بتاؤ کہ تقریبی طور پر اس کا مقام اور اس کی شکل کیا ہوگی جبکہ زیادہ سے زیادہ جگہ رہو۔

۱۲۸ — ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۲۵ منٹ ۲۲ سکینڈ غرب ہے یقینی وقت یکم نومبر ۱۸۵۷ء کو ۵ گھنٹے ۱۰ منٹ ۱۶ سکینڈ تھا۔ بتاؤ کہ اس کے متناظر اوسط وقت کیا ہوگا۔ جبکہ یہ معلوم ہو کہ گریج میں اوسط ظہر کو اوسط سورج کا صعود مستقیم یکم ستمبر ۱۸۵۷ء کو ۱۰ گھنٹے ۳۴ منٹ ۲۹ سکینڈ سے اور زمین اپنے محور کے گرد ۲۳ گھنٹے ۵۵ منٹ ۴ سکینڈ میں گھومتی ہے۔

۱۲۹ — اگر ایک ستارہ طریقی شمس پر واقع ہو تو ثابت کرو کہ اس کا اختلاف منظر صفر ہوگا جبکہ اس کی ضلالت اعظم ہو اور برعکس اس کے جب اس کی ضلالت صفر ہو تو اختلاف منظر اعظم ہوگا۔

۱۳۰ — شمری کا صعود مستقیم ۶ گھنٹے ۳۸ منٹ ہے اور جنوبی میں ۱۶° ۴۰' بتاؤ کون سے زمین میں شام کو ۶ بجے کے قریب یہ ٹھیک جنوب میں دکھائی دیگا۔ کیا یہ توقع کی جا سکتی ہے کہ

یہ جزائر برطانیہ میں کسی جگہ جون میں کسی وقت دکھائی دیگا۔ عام طور پر بیان کرو کہ دنیا کے کون سے حصوں میں یہ جون میں دکھائی دیگا۔

۱۳۱۔ بتاؤ کہ ایک ایسے ابدی الظہور ستارہ کے مشاہدات سے جس کا میل معلوم ہو انعطاف کی قدر کس طرح محسوب کی جاسکتی ہے۔

۱۳۲۔ طلوع قرم میں اوسط تاخیر محسوب کرو اور شکل کھینچ کر دکھاؤ کہ ڈبلن کے عرض البلد پر تین یا پندرہ بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی کب ہوں گی۔

۱۳۳۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ زہرہ کبھی صبح کے ستارہ کے طور پر اور کبھی شام کے ستارہ کے طور پر دکھائی دیتا ہے اگر مشتری اور زہرہ شام کے ستارے ہوں اور ساکن ہوں تو بتاؤ کہ یکس طرف حرکت کرنا شروع کرینگے۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۴۔ کیا دھوپ گھڑی کا وقت معمولی گھڑی کے وقت کے مطابق ہوتا ہے۔ اپنے جواب کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ وقت کی مساوات کا وہ جزو مدار ارض کے خروج المریخ کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے مثبت کب ہوتا ہے۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۵۔ ثابت کرو کہ انعطاف نور سے کسی جسم فلکی کا ہٹاؤ راسی فاصلہ کی چھوٹی قیمتوں کیلئے راسی فاصلہ کے ماس کے تقریباً متناسب ہوتا ہے اور بتاؤ کہ سطح زمین پر ہوا کے انعطاف کی قدر ایک ابدی الظہور ستارہ کے دو نصف انہاری ارتفاعوں کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے جبکہ اس ستارہ کا میل معلوم ہو۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۶۔ ایک رصد گاہ میں کسی ثابت ستارہ کا صعود مستقیم معلوم کرنے کے لئے کیا عمل کرو گے جبکہ کوئی گھڑی کی نائیدہ خطا اور باقی سب ستاروں کے صعود مستقیم معلوم ہوں۔

(آئی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۷۔ وقت کی مساوات کی وجہ بیان کرو اور دوران سال میں اس کی قیمت کو مرتبہ کرو اور بتاؤ کہ کیا یہ ایک ہی دن متواتر سالوں میں مستقل رہتی ہے۔

(آئی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۸۔ ایک معینہ ستارہ کا میل دیا گیا ہے۔ بتاؤ کہ کس طرح اس کے مشاہدات سے تم اپنا عرض بلد معلوم کرو گے۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۹۔ ضلالتِ روز کا مظہر بیان کرو۔ ثابت کرو کہ اس سے اور روز کی رفتار معلوم کرنے کے متعلق فو کو کے تجربے سے اسورج سے زمین کا فاصلہ محسوب ہو سکتا ہے۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۰۔ یہ فرض کر کے کہ سیارے سورج کے گرد دائروں میں حرکت کرتے ہیں کپلر کے تیسرے کلیہ کو تجاذب کے متعلق مقلوب مربعوں کا کلیہ اخذ کرنے کے لئے استعمال کرو۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۱۔ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں شفق تمام رات دکھائی دیتی ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ شفق منطقہ حارہ کے مقامات پر اتنی دیر نہیں رہتی جتنی دیر دیگر ممالک میں رہتی ہے اس کی مدت چھوٹی سے چھوٹی کب ہوتی ہے۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۲۔ بتاؤ کہ ایک معلومہ ستارہ کو نصف النہار ہی مرور کے وقت مشاہدہ کرنے سے کسی مقام کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔ ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۵۰ درجے شمال ہے اُن ستاروں کے مقاموں کی حدود معلوم کرو جو ہمیشہ افق کے اوپر رہتے ہیں۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۳۔ ایک ہی شکل میں استوائی مساوی، آفقی، طریقی شمس اور کسی ستارہ کا عرض بلد طول بلد میل، صعود و مستقیم ساعتی زاویہ، اور السمیت دکھاؤ۔

۱۴۴۔ ڈبلن میں قدر اول کے جو بڑے بڑے ستارے نظر آتے ہیں ان کے نام لکھو اور بتاؤ کہ تم ان کو کس طرح پہچانو گے۔

۱۴۵۔ فرض کرو کہ تم آئندہ سورج کی خطائیں معلوم کرنا چاہتے ہو، مناسب ترتیب سے بتاؤ کہ تم کس طرح عمل کرو گے۔ نیز بتاؤ کہ قطبی نقطہ اور اُسی نقطہ سے کیا مراد ہے۔

۱۴۶۔ ایک ہی قسم کے مشاہدات سے کسی مقام پر انعطاف کی قدر اور مقام مذکور کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔

- ۱۴۷۔ بتاؤ کہ مصنوعی افق کے ذریعہ تم سورج کا ارتفاع کس طرح معلوم کرو گے۔
- ۱۴۸۔ ۲۱ مارچ کو نقطہ راس محل افق پر تقریباً کس وقت آئیگا۔ صلی وقت کن حدود کے درمیان ہوگا۔
- ۱۴۹۔ دھوپ گھڑی کی تشریح کرو۔
- ۱۵۰۔ کبھی ایسا اتفاق ہوتا ہے کہ ایک مہینہ کے اندر تین گز بن گتے ہیں اسکی کیا وجہ ہے۔
- ۱۵۱۔ ان دلائل کو بالتفصیل بیان کرو جن کی بنا پر شہابی بوجھاروں اور مدار تاروں کا تعلق معلوم کیا گیا ہے۔
- ۱۵۲۔ سمندر پر مقامی وقت اور طول بلد کس طرح معلوم کئے جاتے ہیں۔
- ۱۵۳۔ وہ زاویہ کس طرح معلوم کیا جاتا ہے جو زمین کے محاذی چاند پر بنتا ہے۔
- ۱۵۴۔ فضائیں چاند کے مدار کے محل اور چاند کی حرکت کو بالتفصیل بیان کرو اور تشریح کرو کہ گز بن ایک مدت کے بعد سابقہ تاریخوں پر کس طرح عود کرتے ہیں۔
- ۱۵۵۔ کسی ستارہ کے ظاہری راسی فاصلے اوپر کے اور نیچے کے مردوں کے وقت بالترتیب ۵۰ ۳۰ اور ۱۳۰ ۵۳ ۱۹ جوب تھے اور انعطاف کی مقداریں ۳۰ ۴۲ ۴۲ ۴۲ تھیں۔ مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔ شکل کھینچ کر اس ستارہ کا محل اوپر کے اور نیچے کے مردوں کو وقت معلوم کرو اور اعداد بالا سمندر ج کرو۔
- ۱۵۶۔ شہابی بوجھاروں کا نظریہ بیان کرو۔
- ۱۵۷۔ بتاؤ کہ تم ذیل کے بیان کی تصدیق کس طرح کرو گے۔ ۱۹ سال کے بعد سورج اور چاند بالحاظ ثابت ستاروں کے پھر اسی مقام پر آجائے ہیں اور بدستور شمس (مہینے کی انہی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن صرف ایک گھنٹہ پہلے)۔
- ۱ سال = ۳۶۵ ۲۵ یوم
- ۱ قمریہ = ۲۹ ۵۳ یوم
- ۱۵۸۔ زمین کا نصف قطر میلوں میں کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔
- ۱۵۹۔ تم ایک رصد گاہ میں ہو اور تمہارے پاس بحری جہتیری ہے۔ بتاؤ کہ تم اپنی گھڑی کی صحت کی جانچ کس طرح کرو گے۔
- ۱۶۰۔ تم زمین کے کسی مقام پر نصف النہاری خط کس طرح کھینچو گے؟

فہرست اصطلاحات

علم ہیئت

انگریزی

اُردو

انگریزی

اُردو

A

Aberration

ضلالت

Ascending

صعودی - صاعده

Achernar

آخر النہر

Asteroid

نجیم

Aerolite

شہاب

Astronomical clock

فلکی گھڑی یا پستی گھڑی

Aldebaran

دبران

Astronomical telescope

فلکی دوربین

Altair

نیر طائر - الطائر

Astronomy

علم ہیئت - فلکیات

Alt-azimuth or

Auriga

مسک العنان

Altitude-azimuth instrument

Azimuth

السمت

Andromeda

مراہ المسلسلہ - اندرومیدا

B

Andromedes

اندرومیدیے

Betelgeux (or Betelgeuse)

ابطالچورا

Annular

حلقہ نما - چنبریں

Binary stars

ثنائی ستارے

Antares

قلب عقرب

Bôotes

حوا

Aphelion

آوج

C

Apsides

اوجین

Cancer

سرطان

Aquarius

دلو

Canis Major

کلب اکبر

Aquilae

عقاب

Canis Minor

کلب اصغر

Arcturus

سماک راع

Canopus

شہیل

Aries

حمل

Capella

عمیق

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Capricornus	جدی	Disturbing forces	مُخل قوتیں
Castor	مقدم التوأمين	Diurnal path	یومی راستہ - مدارِ یومی
Celestial globe	سامی گولہ	Division	فصل
Celestial pole	قطب سامی	Draconis	تثنین
Celestial sphere	سامی کُرہ	E	
Centaurus	قنطورس	Earth	زمین - ارض
Ceres	سیرس	Earth-shine	زمین تاب
Chromosphere	لون کُرہ	Earth's way	زمین گزر - ارض راہ
Chronograph	وقت نگار	Ecliptic	طریق اشمس - طریق شمس
Chronometer	وقت پیم	Elongation	اتباع
Circular	مستدیر	Equatorial telescope	استوائی دوربین
Colatitude (celestial)	عرض التمام	Equinoctial colure	اعتدالی دائرہ
Comet	دُہراتارا - ذوزنب	Equinoctial points	اعتدالی نقطے
Complementary	مستتم	Equinox	اعتدال
Constellation	صوت سامی - بڈل تاروں کا مجموعہ	Equinoxes	اعتدالین
Crux	صلیب	Eridanus	النہر
Cyclone	گرو باد	Ex-meridian observations	غیر نصف النہاری مشاہدات
Cygnus	دجاجة		
D		F	
Deimos	دیوس	Field of view	میدانِ نظر
Descending	نزولی - نازلہ	G	
Deviation	انحراف	Gemini	توأمين - بُرج جوزا
Dichotomise	تصنيف	Gibbous	مقوّب - محدّب
Direct motion	مستقیم حرکت - یسعی حرکت	Gulf stream	خلیجی سیل
Discovery	اکتشاف	H	

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Heavens	فلک - آسمان	Neptune	نپتون
Heliocentric	شمس المرکز - شمس مرکزی	New moon (true)	اموس - حاق
I		Node	عقدہ
Inferior conjunction	اقتران اسفل	Nucleus	مرکزہ
Inferior planets	سفل سیارے	Nutation	کجی
In opposition	بالمقابل - مقابلہ میں	O	
J		Observatory	رصد گاہ
Juno	جونو - یونو	Occultation	احتجاب
L		Optics	علم المناظر
Libra	میزان	Orion	جبار
Line of collimation	خط نظاری یا تواری	P	
Lunation	قمر کا دور وضعی - قمریہ	Pallas	پلاس
Lyra	نسلیق	Parallax	اختلاف نظر
M		Paths	راستے - مدار
Mars	مریخ	Perihelion	حضيض
Mercury	عطارد	Periodic time	مدت دوران - وقت دوران
Meteor	شہابہ - شہاب	Perseids	پرشاویسے
Meteorite	شہابی پتھر	Perseus	پرشاؤس
Milky way	ہکشان	Phases	تشکلات اشکال (قمری)
Mira (O Ceti)	میرہ (قنطس ہیک ایک تارہ)	(of the moon)	
N		Phobos	فوبوس
Nadir	نظیر - قدم - سمت القدم	Photosphere	ضیائی کرہ
Nautical almanac	بحری جختری	Pisces	حوت
Nebula	سديم - سحاب	Pivot	چول
Nebulous matter	سحابی مادہ - سیدی مادہ	Pleiades	ثریا - پروین

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Pointer-telescope	نمائندہ دوربین	Sensible horizon	افقِ حسی - افقِ مرئی
Pointers	نمائندے	Shooting star	شہابِ ثاقب
Pollux	مؤخر التوأمين	Sidereal day	یومِ کوکبی - یومِ نجومی
Precession	استقبال	Siderite	شہابی لوہا
Prime vertical	اول السمت	Sirius	شعری - شجرائے یانی
Principal focus	صدیاسکہ - اصلی اسکہ - اولی اسکہ	Solar corona	قرنِ شمس
Procyon	شعری الشاسیہ - شعری شامی	Solar day	یومِ شمس
Q		Solar prominences	شمس کی لپٹیں
Quadrature	ترتیب	Solstice	انقلاب
R		Spica	سنبلہ - ساکِ اعزل
Regulus	قلبِ اسد	Star cluster	تاروں کا جھرمٹ
Retrograde motion	رجعی حرکت - اُلٹی حرکت	Stationary points	نقاطِ اقامت - اقامتی نقطے
Revolution	مداری گردش	Sun-dial	دُھوپ گھڑی
Rigel	رجل جوزا - رجل الیسی - رجل میری - الرجل	Sun-spots	داغخانے شمسی - سورج یا آفتاب کے داغ
Right ascension	صعودِ مستقیم	Superior conjunction	اقتربانِ علی
Rings of saturn	زحل کے حلقے	Superior planets	علوی سیارے
Rotation	محوری گردش	Synodic period	اقتربانی مدت - ضمنی دورِ یادت
S		Syzygy	سدا حاد
Sagittarius	قوس	T	
Saros	قرن	Taurus	ثور
Satellite	تابع - قمر	Transit	مُرور - عبور
Saturn	زحل	U	
Scorpio	عقرب	Uranus	یورینس
Secondary circles (secondaries)	ثانوی دائرے		

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
	V	Virgo	سنبلہ
Vega	نسر واقع	Z	
Venus	زہرہ - نامید	Zenith	نقطہ سمت الراس
Verticals	سمتی دائرے - دوائر سمتی - قطبانی	Zenith distance	رأسی فاصلہ
Vesta	وشتا - فتا		

اغلاطنا

علم ہیئت

صحیح	غلط	نہا	نہا	صحیح	غلط	نہا	نہا
جائے	بانے	۲۵	۱۳	دوائر	دوائر	۲۴	۲
آن مشاہدہ	آن مشاہدہ	۱	۱۵	زیادہ	زیارہ	۱۱	۵
قوس	قوس	۱۰	۷	ثوابت	توابت	۲۱	۷
۳۲	۳۲	۶	۱۴	بڑی سے بڑی	بڑی سے بڑی	۲	۷
جواب ۶	جواب	۲۲	۷	نصف النہار سادی	نصف النہار	۱۸	۹
سورج کا (۱۱)	سورج کا	۲۵	۷	ہوتا ہے	ہوتا ہے	۴	۱۰
باردہ	باردہ	۲۲	۲۰	رہے گا	رہے گا	۱۲	۷
س و	س و	۱۴	۲۱	طریق شمس کا ستوی	طریق شمس کی ستوی	۸	۱۱
۱۴	۱۴	۱۹	۲۴	استوا کا ستوی	استوا کی ستوی	۸	۷
چوٹی	چوٹی	۱	۲۷	قطع کرتے ہیں	قطع کرتی ہیں	۷	۷
تجربہ	تجربہ	۱۸	۳۰	نیچے	لیچے	۱۴	۷
ہیں۔ جواب	ہیں۔	۴	۳۱	نے	کے	۲۴	۷
پوری	پوری	۱۱	۷	مستم	مستم	۲۳	۱۲
محل	محل	۲	۴۰	صعود	معود	۶	۱۳
خروج المکرزی	خروج المکرزی	۹	۷	جو راس	جوزاس	۱۲	۷

صحیح	غلط	صحیح	غلط	صحیح	غلط	صحیح	غلط
۹۰	۹	۱۱۳	۱	سطح	سلح	۲۱	۲۱
صفہ ۱۲۱	صفہ ۲۱	۱۱۹	۲	سر	ر	۸	۲۳
مد صم	مد صم	۱۲۲	۲۳	خردہ	خرہ	۱۶	۴۵
غالباً وہ	غالباً	۱۲۲	۲۳	۹۰	۹۰	۱۲۱	۴۹
عرض بلد	عرض بلد	۱۳۱	۲۴	۸	۱۸	۲۰	۵۰
۱۰۰۔ ضلالت نور	ضلالت نور	۱۳۷	۲۵	۳۹۔ باب سوم	۳۹۔	۱۱	۵۱
۲۰۵۴۵	۲۰۵۴۹	۱۴۱	۱۹	س	میں	۱۲	۵۲
۲۰۵۴۹	۲۰۵۴۹	۱۴۱	۲۲	ہٹاؤ	مٹاؤ	۹	۵۳
(تین)	(تین)	۱۴۲	۱۴	لا	لار	۱۹	۵۵
۱	۱	۱۴۵	۱۹	۵۵	۵۵	۹	۶۰
۲	۱	۱۴۶	۸	کے	کئے	۱۹	۶۱
بخوبی	جوبی	۱۴۷	۹	۲۸	۱۸	۱۳	۶۵
۵۳۰۵۸۸۷	۵۳۰۵۸۸۷	۱۴۸	۱۱	چوبیس	چوبیس	۵	۶۸
۱۰	۱۰	۱۴۹	۱۷	۲۰	۲۰	۱۹	۷۲
نیز پاند	نیز	۱۵۲	۲۵	۱	۸	۲۰	۷۹
زاویہ	زاربہ	۱۵۵	۱۰	رہے	رہتا ہے	۱۶	۸۵
میں	میں	۱۵۶	۲۵	قیاس	قیاس	۱	۸۶
غروب	عروب	۱۵۸	۱۶	رات	رات	۲	۸۸
اشرشیدس	اشرشیدس	۱۶۰	۱۹	رات	رات	۱	۸۸
Tycho	Tycho	۱۶۵	۹	اکتشاف	اکتشافات	۱۴	۸۸
طہ	طہ	۱۶۵	۹	اکتشاف	اکتشافات	۱۹	۸۸
ن	ن	۱۶۷	۹	حیضی	حیضی	۶	۱۰۰
چاند	چاند	۱۶۷	۱۳	رس	رس	۲۰	۱۰۷

صحيح	غلط	پہا	پہا	صحيح	غلط	پہا	پہا
منفض	منفض	۶	۱۹۹	خریف پر	خریف پر	۱	۱۷۸
"	"	۱۳	۲۰۰	ما	ما	۲	۱۷۹
۱۵ ء	۱۵ ء	۸	۲۰۹	۷ -	۷ -	۸	"
ستارہ	ستارہ	"	۲۱۶	ما	ما	۱۷	"
نہ	نہ	۷	۲۲۷	نقطوں	نقطوں	۲	۱۸۱
تہ	تہ	۱۲	۲۲۸	مستقیم	مستقیم	۹	۱۸۷
سال سوم	سال دوم	۱	۲۲۹	Julius Caesar	Julius Caesar	نوٹ	۱۹۳
جنوب تھے	تھے	۱۰	۳	±	±	۱۷	۱۹۶
آتے ہیں	آتے معلوم ہوتے ہیں	۱	۵	منفض	منفض	۲۴	۱۹۸
				"	"	۲۵	"

